

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Februar 2003 (20.02.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/014527 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F01C 1/10, 17/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/08898

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. August 2002 (08.08.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 39 286.9 9. August 2001 (09.08.2001) DE

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: SCHAPIRO, Boris [DE/DE]; Schlossstr. 30,
12163 Berlin (DE). LEVITIN, Lev [IL/US]; 11 Monmouth
Ct., Apt 1, Brookline, MA 02446 (US). KRUK, Naum
[DE/DE]; Blohmstr. 33, 12307 Berlin (DE).

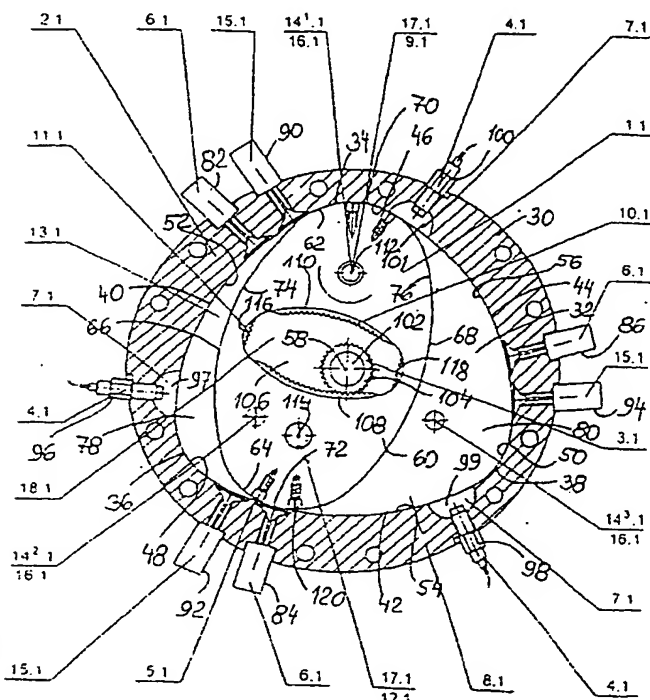
(74) Anwälte: WEISSE, Renate usw.; Bökenbuschstr. 41,
42555 Velbert (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE (Gebrauchsmuster), DE, DK, DM, DZ, EC,
EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROTARY PISTON ENGINE

(54) Bezeichnung: ROTATIONSKOLBENMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a rotary piston engine. In said engine, a housing (10) forms a prismatic chamber (12), whose cross-section forms an oval of an uneven order, composed of alternating arcs (34, 36, 38) with a first, smaller radius of curvature and arcs (40, 42, 44) with a second, larger radius of curvature, which graduate into one another in a constant, differentiable manner, forming corresponding cylindrical internal wall sections. A rotary piston (60), whose cross-section forms an oval of an order that is smaller than that of the chamber (12) by 1, is configured in said chamber (12). Opposing outer sections are formed on the rotary piston (60), of which one respective section can be rotated in an internal wall section of the same radius of curvature and the other section lies on the opposing internal wall section. In each position, the rotary piston (60) sub-divides the chamber (12) into two working chambers (78, 80). Instantaneous rotational axes (112, 114) of the rotary piston (60), said axes being fixed in relation to the piston, are defined on a central plane. A drive medium for driving the rotary piston (60) is cyclically supplied to and evacuated from the working chambers. In each displacement phase, one of the opposing outer sections (70) of the rotary piston (60) rotates in an internal wall section (62) about an allocated instantaneous rotational axis (112), the opposite outer section (72) gliding along the opposite internal wall section (54) of the chamber (12) to reach a stop position in said section. For the subsequent displacement phase, the

instantaneous rotational axis then jumps to a modified position that corresponds to the other rotational axis (114), fixed in relation to the piston. A drive or driven shaft (102) is coupled to the rotary piston (60). To prevent the kinematics of the instantaneous rotational axis from being not fully defined in the stop position, one respective rotational axis is temporarily fixed by mechanical means in the stop position.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Rotationskolbenmaschine. Ein Gehäuse (10) bildet eine prismatische Kammer (12), deren Querschnitt ein Oval ungerader Ordnung bildet, das alternierend aus Kreisbögen (34, 36, 38) mit einem ersten, kleineren Krümmungsradius und Kreisbögen (40, 42, 44) mit einem zweiten, grosseren

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/014527 A1



IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,

LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Krümmungsradius zusammengesetzt ist, die stetig und differenzierbar ineinander übergehen. Dabei werden entsprechende zylindrische Innenwandabschnitte gebildet. In der Kammer (12) ist ein Rotationskolben (60) geführt, dessen Querschnitt ein Oval bildet, dessen Ordnung um eins geringer ist als die der Kammer (12). An dem Rotationskolben (60) sind gegenüberliegende Mantelabschnitte gebildet, von denen jeweils einer in einem Innenwandabschnitt von gleichem Krümmungsradius drehbar ist und der andere an einem gegenüberliegenden Innenwandabschnitt anliegt. Der Rotationskolben (60) unterteilt die Kammer (12) in jeder Stellung in zwei Arbeitsräume (78,80). In einer Mittelebene sind kolbenfeste momentane Drehachsen (112,114) des Rotationskolbens (60) definiert. In die bzw. aus den Arbeitsräumen wird zyklisch Antriebsmedium zum Antrieb des Rotationskolbens (60) eingeleitet. Der Rotationskolben (60) dreht sich in jedem Bewegungsabschnitt mit einem der gegenüberliegenden Mantelabschnitte (70) in einem Innenwandabschnitt (62) um eine zugeordnete momentane Drehachse (112), und gleitet mit dem gegenüberliegenden Mantelabschnitt (72) an dem gegenüberliegenden Innenwandabschnitt (54) der Kammer (12) entlang und gelangt dort in eine Anschlagposition. Die momentane Drehachse springt anschließend für den nächsten Bewegungsabschnitt in eine der anderen kolbenfesten Drehachse (114) entsprechende geänderte Position. Eine An- oder Abtriebswelle (102) ist mit dem Rotationskolben (60) gekuppelt. Um eine kinematische Unterbestimmung der momentanen Drehachse in der Anschlagposition zu verhindern, wird in der Anschlagposition jeweils eine momentane Drehachse vorübergehend mechanisch fixiert.

Rotationskolbenmaschine

5

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Rotationskolbenmaschine, enthaltend: ein Gehäuse mit einer prismatischen Kammer, deren Querschnitt ein Oval ungerader Ordnung bildet, das
10 alternierend aus Kreisbögen mit einem ersten, kleineren Krümmungsradius und Kreisbögen mit einem zweiten, größeren Krümmungsradius zusammengesetzt ist, die stetig und differenzierbar ineinander übergehen, wobei entsprechende erste und zweite zylindrische Innenwandabschnitte gebildet werden, einen prismatischen Rotationskolben,
15 an dem diametral gegenüberliegend zylindrische Mantelabschnitte mit dem ersten Krümmungsradius gebildet sind, von denen jeweils einer in einem ersten zylindrischen Innenwandabschnitt drehbar ist und der andere an einem gegenüberliegenden Innenwandabschnitt anliegt, so daß der Rotationskolben die Kammer in jeder Stellung in zwei Arbeitsräume unterteilt, deren Volumina sich bei fortschreitender Rotation des
20 Rotationskolbens abwechselnd vergrößern und verkleinern, wobei die zylindrischen Mantelabschnitte eine Mittelebene definieren, in welcher längs der Zylinderachsen der zylindrischen Mantelabschnitte verlaufende kolbenfeste momentane Drehachsen des Kolbens definiert sind, Mittel zum zyklischen Einleiten und Ablassen von Arbeitsmedium in die bzw. aus den Arbeitsräumen, wobei der Rotationskolben sich in
25 jedem Bewegungsabschnitt mit einem ersten der diametral gegenüberliegenden Mantelabschnitte in einem ersten Innenwandabschnitt um eine zugeordnete momentane Drehachse dreht, die längs der Zylinderachse des ersten Innenwandabschnitts verläuft, und mit dem zweiten der diametral gegenüberliegenden Mantelabschnitte an dem gegenüberliegenden zweiten Innenwandabschnitt der Kammer entlang in den daran in
30 Drehrichtung anschließenden ersten Innenwandabschnitt der Kammer gleitet und dort in eine Anschlagposition gelangt; und die momentane Drehachse anschließend für den

nächsten Bewegungsabschnitt in eine durch den besagten anschließenden Innenwandabschnitt definierte, der anderen kolbenfesten Drehachse entsprechende geänderte Position springt, und Mittel zum Kuppeln einer Abtriebswelle mit dem Rotationskolben.

5

Ein "Oval" ist in der Mathematik eine nicht-analytische, geschlossene flache konvexe Figur, die aus Kreisbögen zusammengesetzt ist. Die Kreisbögen sind stetig und differenzierbar aneinandergesetzt. In den Punkten, in denen die Kreisbögen aneinander anschließen, ist die Kurve stetig. Es fallen dort auch die Tangenten des der beiden
10 aneinander anschließenden Kreisbögen zusammen. Die Kurve ist differenzierbar. In den Punkten, wo die Kreisbögen mit verschiedenen Krümmungsradien aneinander anschließen, macht die zweite Ableitung -welche die Krümmung bestimmt- einen Sprung. Das Oval besteht alternierend aus Kreisabschnitten mit einem ersten, kleineren, und einem zweiten, größeren Krümmungsradius. Die Ordnung des Ovals ist bestimmt
15 durch die Anzahl der Paare von Kreisabschnitten mit dem ersten und dem zweiten Krümmungsradius. Ein Oval zweiter Ordnung oder Bi-Oval ist "ellipsenähnlich" mit zwei diametral gegenüberliegenden Kreisbögen von kleinerem Durchmesser, die durch zwei Kreisbögen von größerem Durchmesser verbunden sind.

20

Die Erfindung betrifft eine Rotationskolbenmaschine, bei welcher ein Gehäuse eine prismatische Kammer bildet, deren Querschnitt ein solches Oval ungerader Ordnung, also beispielsweise ein Oval dritter Ordnung bildet. Die Kammer bildet zylindrische Innenwandabschnitte abwechselnd mit dem ersten, kleineren und dem zweiten, größeren Krümmungsradius. In einem solchen Oval dritter (fünfter oder siebenter und höherer)
25 Ordnung ist ein Rotationskolben beweglich, der vorzugs- aber nicht notwendigerweise im Querschnitt ein Oval bildet, dessen Ordnung um eins geringer ist als die Ordnung des Ovals der Kammer. Das für den Rotationskolben verwendete Oval hat - auch wenn es eine höhere Ordnung besitzt- eine zweifache Symmetrie, d.h. es ist spiegelsymmetrisch in bezug auf zwei zueinander senkrechte Achsen. Dieser Rotationskolben weist zwei
30 diametral gegenüberliegende zylindrische Mantelabschnitte auf, deren Krümmungsradius dem kleineren (ersten) Krümmungsradius des Ovals der Kammer entspricht. Wenn der Rotationskolben im Querschnitt ein Oval bildet, ist der zweite, größere

Krümmungsradius dieses Ovals gleich dem zweiten Krümmungsradius des die Kammer bildenden Ovals. In einem bestimmten Bewegungsabschnitt liegt der Rotationskolben mit einem ersten dieser zylindrischen Mantelabschnitte in einem dazu komplementären zylindrischen Innenwandabschnitt der Kammer, der den gleichen kleineren Krümmungsradius aufweist. Mit dem zweiten, diametral gegenüberliegenden zylindrischen Mantelabschnitt gleitet der Rotationskolben an dem gegenüberliegenden zylindrischen Innenwandabschnitt der Kammer, der den größeren Krümmungsradius besitzt. In der Kammer werden auf diese Weise von dem Rotationskolben zwei Arbeitsräume gebildet, von denen bei der Drehung des Rotationskolbens der eine sich vergrößert und der andere kleiner wird. Der Rotationskolben dreht sich dabei um eine momentane Drehachse. Diese momentane Drehachse fällt mit der Zylinderachse des ersten zylindrischen Mantelabschnitts zusammen. Diese momentane Drehachse hat daher eine definierte Position relativ zu dem Rotationskolben. Die momentane Drehachse entspricht in diesem Bewegungsabschnitt natürlich auch der gehäusefesten Zylinderachse des zylindrischen Innenwandabschnitts von kleinerem Krümmungsradius, in dem sich der Rotationskolben dreht. Diese Drehung setzt sich fort, bis der zweite zylindrische Mantelabschnitt des Rotationskolbens in eine Anschlagposition gelangt. In dieser Anschlagposition liegt der zweite zylindrische Mantelabschnitt in dem an den gegenüberliegenden Innenwandabschnitt von größerem Krümmungsradius anschließenden Innenwandabschnitt von kleinerem Durchmesser.

Eine weitere Drehung des Rotationskolbens um den bisherigen momentanen Drehpunkt ist nicht möglich. Die momentane Drehachse springt daher für den nächsten Bewegungsabschnitt in eine andere Position, nämlich die Zylinderachse des zweiten zylindrischen Mantelabschnitts. Auch diese neue momentane Drehachse ist in einer definierten Position relativ zu dem Rotationskolben. Sie entspricht in dem nächsten Bewegungsabschnitt der Zylinderachse des zylindrischen Innenwandabschnitts, in dem sich jetzt der zweite zylindrische Mantelabschnitt des Rotationskolbens dreht. Der "erste" zylindrische Mantelabschnitt gleitet in diesem Bewegungsabschnitt wieder an dem gegenüberliegenden Innenwandabschnitt mit größerem Krümmungsradius.

Bei einer solchen Rotationskolbenmaschine dreht sich der Rotationskolben immer in dem gleichen Drehsinn aber abwechselnd um verschiedene momentane Drehachsen, wobei die Drehachsen nach jedem Bewegungsabschnitt "springen". Bezogen auf den Rotationskolben sind zwei solche momentanen Drehachsen definiert, nämlich durch die Zylinderachsen der diametral einander gegenüberliegenden zylindrischen Mantelabschnitte. Bezogen auf das Gehäuse und die darin gebildete Kammer springt die momentane Drehachse zwischen den "Ecken" des Ovals, also den Zylinderachsen der Innenwandabschnitte mit kleinerem Krümmungsradius.

Bei jedem Bewegungsabschnitt wächst das Volumen eines Arbeitsraumes bis zu einem Maximalwert an, während das Volumen des jeweils anderen Arbeitsraumes sich bis zu einem Minimalwert vermindert. Im Idealfall, wenn der Rotationskolben ebenfalls im Querschnitt ein Oval bildet, wächst das Volumen des Arbeitsraumes von praktisch null auf den Maximalwert bzw. vermindert sich auf praktisch null. Eine solche Rotationskolbenmaschine kann als Zweitakt- oder Viertakt-Verbrennungskraftmaschine (mit innerer Verbrennung) ausgebildet sein. Sie kann aber auch als Luftdruckmotor, als Hydraulikmotor oder als Pumpe arbeiten.

Stand der Technik

Rotationskolbenmaschinen dieser Art sind bekannt.

Die US 3 967 594 A und die US 3 006 901 A zeigen eine Rotationskolbenmaschine mit einem ovalen Kolben in einer ovalen Kammer. Dabei ist der Kolben im Querschnitt bi-oval. Dieser bi-ovale Kolben ist in einer tri-ovalen Kammer beweglich. Bei diesen bekannten Rotationskolbenmaschinen sind aufwendige Getriebe vorgesehen, um die Drehbewegung des Rotationskolbens auf eine An- oder Abtriebswelle zu übertragen.

Die DE 199 20 289 C1 beschreibt ebenfalls eine Rotationskolbenmaschine, bei welchem der Querschnitt einer in einem Gehäuse gebildeten prismatischen Kammer tri-oval mit aneinander stetig und differenzierbar anschließenden ersten und zweiten Kreisbögen von abwechselnd einem kleineren Krümmungsradius und einem größeren Krümmungsradius

ist. In der Kammer ist ein Rotationskolben mit bi-ovalem Querschnitt geführt. Der bi-ovale Querschnitt des Rotationskolbens ist von abwechselnd ersten und zweiten Kreisbögen mit den kleineren bzw. größeren Krümmungsradien des tri-ovalen Querschnitts der Kammer gebildet, die wieder stetig und differenzierbar aneinander anschließen. Der bi-ovale Rotationskolben führt in der tri-ovalen Kammer die oben beschriebenen Bewegungszyklen mit springenden momentanen Drehachsen aus. Die Bewegung des Rotationskolbens wird dort auf sehr einfache Weise abgegriffen: Eine An- oder Abtriebswelle erstreckt sich zentral durch die tri-ovale Kammer, also entlang der Schnittlinie der Symmetrieebenen der Kammer. Die An- oder Abtriebswelle trägt ein Ritzel. Der Rotationskolben weist einen ovalen Durchbruch mit einer Innenverzahnung auf. Die lange Achse im Querschnitt des Durchbruchs erstreckt sich längs der kurzen Achse des bi-ovalen Querschnitts des Rotationskolbens. Das Ritzel kämmt ständig mit der Innenverzahnung.

Offenbarung der Erfindung

Die Erfindung beruht auf der nachstehend geschilderten Erkenntnis:

Bei den bekannten Rotationskolbenmaschinen der eingangs genannten Art können Probleme in den Augenblicken auftreten, in denen die momentane Drehachse nach Beendigung des einen Bewegungsabschnitt und vor Beginn des nächsten Bewegungsabschnitt von einer Position in die andere springt. In dieser Position ist nämlich die Kinematik nicht "abgeschlossen". Wenn in diesem Augenblick aus dem Arbeitsraum eine Kraft quer zur Verbindungsebene der beiden möglichen momentanen Drehachsen auf den Rotationskolben wirkt, weil z.B. in dem Arbeitsraum mit minimalem Volumen ein Treibstoffgemisch gezündet wird, dann kann der Rotationskolben in Querrichtung in den sich "bogendreieckförmig" verengenden anderen Arbeitsraum gedrückt werden und sich dort verklemmen. Dann führt der Kolben keine Rotationsbewegung um die neue momentane Achse aus, sondern beide Achsen werden translatorisch in eine Klemmstellung bewegt. Diese Gefahr besteht insbesondere bei langsamen Bewegungen des Rotationskolbens, wo der Rotationskolben noch nicht durch

die kinetische Energie seiner Drehung über den Drehachsensprung hinweg weiter in Drehung gehalten wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Rotationskolbenmaschine der eingangs genannten Art bei dem Wechsel von einem Bewegungsabschnitt zum nächsten einen sicheren und einwandfreien Übergang von einer momentanen Drehachse auf die andere zu gewährleisten.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch Fixiermittel zum vorübergehenden Fixieren der momentanen Drehachse für den anschließenden Bewegungsabschnitt bei Erreichen der besagten geänderten Position.

Auf diese Weise wird die Kinematik abgeschlossen. Es wird sichergestellt, daß der Rotationskolben beim Übergang von einem Bewegungsabschnitt zum nächsten zwangsläufig eine Drehbewegung um die neue momentane Drehachse ausführt und keine Translationsbewegung in Querrichtung ausführen kann. Wenn auf diese Weise das Weiterdrehen des Rotationskolbens sichergestellt ist, kann die Fixierung wieder gelöst werden. Die Fixierung sollte möglichst bald gelöst werden, um nicht unnötige Reibung hervorzurufen.

Die Fixiermittel müssen den Rotationskolben vor Erreichen der nächsten Anschlagposition freigeben, in welcher wieder ein Drehachsensprung stattfindet.

Die Fixierung kann in der Weise erreicht werden, daß an einer Stirnfläche des Rotationskolbens im Bereich der möglichen kolbenfesten momentanen Drehachsen Kupplungsstrukturen vorgesehen sind und gehäuseseitig auf den Achsen der ersten, zylindrischen Innenwandabschnitte axial verschiebbare Wellen mit komplementären Kupplungsstrukturen gelagert sind, welche zum Fixieren der jeweiligen momentanen Drehachse mit den Kupplungsstrukturen des Rotationskolbens in Eingriff gebracht werden. Dabei können die kolbenseitigen Kupplungsstrukturen von konischen Vertiefungen in der Stirnfläche des Rotationskolbens gebildet sein und die wellenseitigen Kupplungsstrukturen von konischen Köpfen gebildet sind, welche zum Kuppeln in die

konischen Vertiefungen einführbar sind. Durch die konischen Strukturen zentrieren sich Welle und Rotationskolben zueinander.

Die Wellen können durch elektrische Stellglieder gesteuert sein, beispielsweise durch Hubmagnete, die zu bestimmten Zeitpunkten des Bewegungsabschnitts erregt werden. Das ist konstruktiv einfach, da handelsübliche Bauteile verwendet werden können. Durch die elektrische Ansteuerung können die Ansteuerzeitpunkte bequem justiert und kann das Zeitverhalten des Systems mit üblichen elektrischen oder elektronischen Mitteln berücksichtigt werden. Die elektrischen Stellglieder können von Sensormitteln gesteuert sein, welche auf die Drehbewegung der An- oder Abtriebswelle ansprechen.

Das Drehmoment kann auf einfache Weise ähnlich wie bei der DE 199 20 289 C1 dadurch abgegriffen oder aufgebracht werden, daß eine An- oder Abtriebswelle mit einem Ritzel sich zentral durch die Kammer erstreckt und der Rotationskolben einen im Querschnitt länglicher Durchbruch aufweist, dessen längere Achse senkrecht zu der Mittelebene des Rotationskolbens liegt, und der Durchbruch eine Innenverzahnung aufweist, die mit dem Ritzel in Eingriff ist.

Die Form des Durchbruchs ist durch die Form des Rotationskolbens und den Durchmesser des Ritzels bestimmt. Die seitlichen Ränder des Durchbruchs sind Kreisbögen, die um die beiden auf den Rotationskolben bezogenen momentanen Drehachsen gekrümmt sind. Verbunden sind diese Kreisbögen an beiden Enden durch Kreisbögen, deren Radien etwa dem Radius des Ritzels entsprechen. Die Achse der An- oder Abtriebswelle durchläuft bei dem Umlauf des Rotationskolbens eine Trajektorie in Form eines "Zweiecks", d.h. einer Kurve mit zwei gegensinnig gekrümmten, zwei Ecken bildenden Kreisbögen.

Wenn die Radien der verbindenden Kreisbögen des Durchbruchs am Ende kleiner als der Radius des Ritzels wären, hätte das Ritzel keinen Raum oder würde zwischen den um die momentanen Drehachsen gekrümmten Kreisbögen eingeklemmt. Wenn die Radien der verbindenden Kreisbögen wesentlich größer als der Radius des Ritzels wären, funktionierte der kontinuierliche Antrieb nicht. Das Ritzel muß ja in dem

Übergangszeitpunkt zwischen den Bewegungszyklen von dem einen der um die momentanen Drehachsen gekrümmten Kreisbögen sofort auf den anderen übergehen. Mit einer durchgehenden, konkaven Innenverzahnung längs der Ränder des Durchbruchs können bei diesem Übergang kinematische Probleme auftreten.

5

In weiterer Ausbildung der Erfindung ist daher vorgesehen, daß die Innenverzahnung beiderseits der längeren Achse des Durchbruchs gegenüberliegende konkave Zahnleisten aufweist und die Innenverzahnung weiterhin an den Enden des Durchbruchs nicht-konkave Endverzahnungen aufweist. Dabei können die Endverzahnungen lineare Zahnleisten sein. Die Endverzahnungen können aber auch konvexe Zahnleisten sein.

10

Es läßt sich überraschenderweise zeigen, daß mit einer solchen Ausbildung der Endverzahnungen des Durchbruchs die beim Stand der Technik auftretenden kinematischen Probleme gelöst werden können.

15

Zur Erzielung eines hohen Wirkungsgrades sollte der Rotationskolben in der ovalen Kammer möglichst leichtgängig geführt sein, so daß Reibung und Verschleiß gering gehalten werden. Andererseits muß aber eine sichere Abdichtung zwischen den Arbeitsräumen gewährleistet sein. Undichtigkeiten vermindern ebenfalls den Wirkungsgrad.

20

Aus diesem Grunde sind zweckmäßig in den besagten, diametral gegenüberliegenden zylindrischen Mantelabschnitten des Rotationskolbens Längsnuten gebildet, in denen Dichtleisten zur Abdichtung zwischen den Arbeitsräumen sitzen welche an die Innenfläche der Kammer anlegbar sind. Die Nuten sind über eine von der Druckdifferenz zwischen den Arbeitsräumen gesteuerte Ventilanordnung bei Auftreten einer großen Druckdifferenz mit dem Arbeitsraum höheren Druckes verbindbar. Dabei kann die Ventilanordnung eine in dem Rotationskolben zwischen den an den Rotationskolben angrenzenden Arbeitsräumen vorgesehene Bohrung aufweisen, die Bohrung an beiden Enden durch hülsenförmige Abschlußstücke mit Verbindungsbohrungen von den Arbeitsräumen getrennt sein und in der Bohrung ein Schieber geführt sein, der auf beiden Seiten mit Abschnitten verminderten Durchmessers versehen ist, wobei in Endstellungen

25

30

des Schiebers jeweils ein Abschnitt verminderten Durchmessers in die Verbindungsbohrung des benachbarten Abschlußstücks eingreift.

5 Wenn die Druckdifferenz zwischen den Arbeitsräumen klein ist, dann können die Dichtleisten mit geringerer Kraft an die Innenwand der ovalen Kammer angelegt werden. Das vermindert die Reibung und erhöht den Wirkungsgrad. Wenn eine große Druckdifferenz auftritt, dann wird der Druck in dem Arbeitsraum höheren Druckes unter die Dichtleisten geleitet. Die Dichtleisten werden stärker an die Innenwand der Kammer angelegt. Der höhere an dem Schieber wirksame Druck schiebt den Schieber in der 10 Bohrung zur Seite des geringeren Druckes hin. Dabei wird dort die Verbindungsbohrung durch den Abschnitt verminderten Durchmessers verschlossen. In der Bohrung herrscht dann der höhere Druck, der in den Nuten unter den Dichtleisten wirksam wird.

15 Zur Verbesserung der Dichtwirkung bei geringem Anpreßdruck können Dichtleisten ein an den Krümmungsradius eines der zylindrischen Innenwandabschnitte angepaßtes, konvexes Profil aufweisen. Vorteilhafterweise geschieht das in der Form, daß in den beiden diametral gegenüberliegenden zylindrischen Mantelabschnitten Paare von parallelen Nuten und Dichtleisten vorgesehen sind und eine Dichtleiste jedes Paares ein konvexes Profil mit dem ersten Krümmungsradius und die andere Dichtleiste jedes 20 Paares ein konvexes Profil mit dem zweiten Krümmungsradius aufweist. Dann ist stets jeweils eine Dichtleiste an den Krümmungsradius des jeweiligen Innenwandabschnitts angepaßt.

25 Eine andere, besonders vorteilhafte Lösung besteht darin, daß die Dichtleisten in Längsrichtung in (gedachte) Streifen unterteilt sind, wobei der Krümmungsradius in wenigstens einem Streifen der kleineren Krümmungsradius der ersten Innenwandabschnitte und in wenigstens einem Streifen den größeren Krümmungsradius der zweiten Innenwandabschnitte entspricht. Die Dichtleisten weisen jeweils in zwei äußeren Streifen den kleineren und in einem dazwischenliegenden inneren Streifen den 30 größeren Krümmungsradius auf.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung sieht vor, daß die Kammer der Rotationskolbenmaschine im Querschnitt ein Oval von der ungeraden Ordnung $(2n+1)>3$ ist und der Rotationskolben im Querschnitt ein Oval von der geraden Ordnung $2n$, insbesondere ein Quatro-Oval oder ein Sext-Oval ist, wobei der Kolben zwei diametral gegenüberliegende Hauptscheitel mit den beiden diametral gegenüberliegenden zylindrischen Mantelflächen aufweist und die kolbenseitigen möglichen momentanen Drehachsen auf der die Hauptscheitel verbindenden Mittelebene liegen.

Dieser Aspekt der Erfindung basiert auf der Erkenntnis, daß ein Oval von höherer Ordnung als zwei als Kolben verwendet werden kann, ohne daß die Anzahl der (kolbenfesten) möglichen momentanen Drehachsen sich erhöht.

Rotationskolbenmaschinen mit Kammern und Rotationskolben höherer Ordnung gestatten es, Antriebe mit extrem niedrigen Drehzahlen bei ebenso extrem hohen Drehmomenten und besonders hoher Positioniergenauigkeit der Abtriebswelle zu realisieren.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Brennkammer einen Querschnitt auf, der die Form einer Figur gleicher Höhe hat, und der Kolben eine an die Form der Brennkammer angepasste Form, bei welcher der Kolben zu der Mittelebene spiegelsymmetrisch ist, wobei die Mittelebene zwei Krümmungszentren der Brennkammer schneidet, die maximalen Abstand zueinander haben und der Mantel des Kolbens in einer Anschlagposition auf der einen Seite der Mittelebene vollständig an der Innenwand des so entstehenden kleineren Teils der Brennkammer anliegt. Dadurch kann ein maximales Verdichtungsverhältnis erreicht werden, das geometrisch nicht beschränkt ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- 5 Fig.1 zeigt einen bi-ovalen Rotationskolben, der in einer tri-ovalen Kammer eines Gehäuses rotiert.
- Fig.2 zeigt einen quatro-ovalen Rotationskolben, der in einer pent-ovalen Kammer eines Gehäuses rotiert.
- 10 Fig.3 zeigt einen sext-ovalen Rotationskolben, der in einer sept-ovalen Kammer eines Gehäuses rotiert.
- Fig.4 zeigt für eine Anordnung nach Fig.1 die singuläre Trajektorie der möglichen Drehachsen des Rotationskolbens relativ zum Gehäuse sowie die
15 Trajektorie der Achse der Antriebswelle relativ zu dem Rotationskolben.
- Fig.5 zeigt die Kinematik des Kraftübertragungssystems bei einer Anordnung von Fig.1 mit geraden Zahnleisten (Zahnstangen).
- 20 Fig.6 zeigt die Kinematik des Kraftübertragungssystems bei der Anordnung von Fig.1 zu dem Zeitpunkt kurz nach Verlassen der Anschlagposition mit konvexen Zahnleisten (Zahnbögen).
- Fig.7.1 bis 7.12 zeigen die Bewegungsphasen des Rotationskolbens in der Anordnung
25 von Fig.1.
- Fig.8 zeigt für die Anordnung von Fig.2 die singuläre Trajektorie der möglichen Drehachsen des Rotationskolbens relativ zu dem Gehäuse sowie die
30 Trajektorie der Achse der An- oder Abtriebswelle relativ zu dem Rotationskolben.

Fig.9 zeigt ähnlich wie Fig.5 die Kinematik des Kraftübertragungssystems bei der Anordnung von Fig.2 mit den Zahnstangen.

Fig.10 zeigt ähnlich wie Fig.6 die Kinematik des Kraftübertragungssystems bei der Anordnung von Fig.2 zu dem Zeitpunkt kurz nach Verlassen der Anschlagposition mit konvexen Zahnbögen.

Fig.11.1 bis 11.20 zeigen ähnlich wie Fig.7.1 bis 7.12 die Bewegungsphasen des Rotationskolbens in der Anordnung von Fig.2

Fig.12 zeigt ähnlich wie Fig.4 für eine Anordnung nach Fig.3 die singuläre Trajektorie der möglichen Drehachsen des Rotationskolbens relativ zum Gehäuse sowie die Trajektorie der Achse der Antriebswellerativ zu dem Rotationskolben.

Fig.13 zeigt ähnlich wie Fig.4 die Kinematik des Kraftübertragungssystems bei einer Anordnung von Fig.3 mit den Zahnstangen.

Fig.14 zeigt ähnlich wie Fig.5 die Kinematik des Kraftübertragungssystems bei der Anordnung von Fig.3 zu dem Zeitpunkt kurz nach Verlassen der Anschlagposition mit den konvexen Zahnbögen.

Fig.15.1 bis 15.28 zeigen ähnlich wie Fig.7.1 bis 7.12 die Bewegungsphasen des Rotationskolbens in der Anordnung von Fig.3.

Fig.16 zeigt schematisch eine konstruktive Ausführung der Fixiermittel zum vorübergehenden Fixieren jeweils einer momentanen Drehachse in der Anschlagstellung beim Wechsel der Bewegungsabschnitte des Rotationskolbens.

Fig.17 zeigt schematisch eine Schiebersteuerung zur Steuerung des Andrucks von Dichtleisten an die Innenwand des Gehäuses.

Fig.18 zeigt schematisch eine Anordnung von Dichtleisten, deren Profil abwechselnd an die Krümmungsradien der alternierenden Innenwandabschnitte der Kammer angepaßt sind.

5

Fig.19 A und B zeigen eine abgewandelte Ausführung der Dichtleisten, bei welcher jede Dichtleiste in außenliegenden Längsstreifen an den Krümmungsradius der Innenwandabschnitte mit kleinerem Krümmungsradius und in einem dazwischenliegenden Längsstreifen an den Krümmungsradius der Innenwandabschnitte mit größerem Krümmungsradius angepaßt ist.

10

Fig.20 zeigt die Rotationskolbenmaschine von Fig.1 mit der Ventilanordnung zum Andruck der Dichtleisten.

Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen

In Fig.1 ist mit 30 das Gehäuse einer Rotationskolbenmaschine bezeichnet. Dieses Gehäuse 30 bildet eine prismatische Kammer 32. Der Querschnitt dieser Kammer ist ein Oval dritter Ordnung. Der Querschnitt besteht aus drei Kreisbögen 34, 36, 38 von für alle drei Kreisbögen gleichem, relativ kleinem Krümmungsradius und drei Kreisbögen 40, 42, 44 von für alle drei Kreisbögen gleichem, relativ großen Krümmungsradius. Die Kreisbögen mit kleinem und großen Krümmungsradius 34, 36, 38 bzw. 40, 42, 44 wechseln einander ab. An einen Kreisbogen z.B. 34 mit kleinem Krümmungsradius schließt sich entgegen dem Uhrzeigersinn in Fig.1 ein Kreisbogen 40 von größerem Krümmungsradius an. Dem folgt wieder ein Kreisbogen 36 von kleinerem Krümmungsradius usw. Die Kreisbögen schließen stetig und glatt (differenzierbar) aneinander an. Dementsprechend ist die Innenwand der Kammer aus zylindrischen Innenwandabschnitten zusammengesetzt, nämlich drei zylindrischen Innenwandabschnitten 46, 48 und 50 entsprechend den Kreisbögen 34,36 bzw. 38, die hier als "erste" Innenwandabschnitte bezeichnet sind, und drei zylindrischen Innenwandabschnitten 52, 54 und 56, die hier als "zweite" Innenwandabschnitte bezeichnet sind. Man erkennt, daß das Oval und damit die Kammer 32 eine dreifache Symmetrie besitzt. Es gibt drei um 120° gegeneinander winkelfversetzte Symmetrieebenen. Die Symmetrieebenen schneiden sich in einer zentralen Achse 58.

In der Kammer 32 ist ein Rotationskolben 60 geführt. Der Rotationskolben 60 ist prismatisch. Der Querschnitt des Rotationskolbens 60 ist ein Oval zweiter Ordnung. Dieses Oval besteht aus zwei Kreisbögen 62 und 64 von relativ kleinem Krümmungsradius und zwei Kreisbögen 66 und 68 von relativ großem Krümmungsradius. Die kleinen und großen Krümmungsradien des Ovals des Rotationskolbens 60 entsprechen den kleinen bzw. großen Krümmungsradius des Ovals der Kammer 32. Auch hier alternieren die Kreisbögen mit kleinem und großem Krümmungsradius. Die alternierenden Kreisbögen 62, 66, 64, 68 schließen sich stetig und glatt aneinander an. Der prismatische Rotationskolben 60 weist entsprechend den Kreisbögen zylindrische Mantelabschnitte 70 und 72 mit relativ kleinem

Krümmungsradius und zylindrische Mantelabschnitte 74 und 76 von relativ großem Krümmungsradius auf. Die zylindrischen Mantelabschnitte 70 und 72 liegen einander diametral gegenüber.

- 5 Der Rotationskolben hat eine Symmetrie zweiter Ordnung: Eine Symmetrieebene verläuft durch die Zylinderachsen der diametral gegenüberliegenden zylindrischen Mantelabschnitte 70 und 72 von kleinerem Krümmungsradius. Eine zweite Symmetrieebene verläuft senkrecht dazu durch die Zylinderachsen der zylindrischen Mantelabschnitte 74 und 76 von größerem Krümmungsradius.

10

Man erkennt, daß der Rotationskolben 60 in der Kammer 32 formschlüssig geführt ist. In Fig.1 liegt der zylindrische Mantelabschnitt 70 in dem zylindrischen Innenwandabschnitt 34 der Kammer 32, wobei Mantelabschnitt 70 und Innenwandabschnitt 34 den gleichen Krümmungsradius haben. Der zylindrische Mantelabschnitt 72 liegt an dem
15 Innenwandabschnitt 54 der Kammer 32 an, die dem Innenwandabschnitt 34 gegenüberliegt. Wenn sich der Rotationskolben 60, wie angedeutet, entgegen dem Uhrzeigersinn in Fig.1 dreht, dann dreht sich der zylindrische Mantelabschnitt 70 des Rotationskolbens in dem zylindrischen Innenwandabschnitt 46 der Kammer 32. Der diametral gegenüberliegende zylindrische Mantelabschnitt 72 des Rotationskolbens 60
20 gleitet entlang des zylindrischen Innenwandabschnitt 54 der Kammer 32.

In Fig.1 bildet der Rotationskolben 60 in der Kammer 32 zwei Arbeitsräume 78 und 80, die durch den Rotationskolben 60 gegeneinander abgedichtet sind. Bei der Drehung des Rotationskolbens 60 entgegen dem Uhrzeigersinn in Fig.1 wird der Arbeitsraum 78 in
25 dem betrachteten Arbeitsabschnitt vergrößert, während der Arbeitsraum 80 verkleinert wird.

Die in Fig.1 dargestellte Rotationskolbenmaschine ist eine Brennkraftmaschine, bei welcher ein Treibstoff in den Arbeitsräumen 78 bzw. 80 der Rotationskolbenmaschine
30 gezündet und verbrannt wird. Dementsprechend sind in den zylindrischen Innenwandflächen 52, 54 und 56 mit dem größeren Krümmungsradius jeweils ein Einlaßventil 84, 86 bzw. 88 zum Einlassen von Treibstoff, ein Auslaßventil 90, 92 bzw.

94 und eine Zündkerze 96, 98 bzw. 100 vorgesehen, die eine bekannte Technik darstellen und daher in Fig.1 nur schematisch und symbolisch dargestellt sind. Die Zündkerzen 96, 98 und 100 sitzen in Brennraummulden 97, 99 bzw. 101, die in den zylindrischen Innenwandabschnitten 52, 54 bzw. 56 gebildet sind.

5

Die Drehbewegung des Rotationskolbens wird auf folgende Weise abgegriffen oder (bei Anwendung als Pumpe) eingeleitet:

10

Eine An- oder Abtriebswelle 102 erstreckt sich zentral durch die Kammer 32. Die An- oder Abtriebswelle 102 ist in -in Fig.1 nicht dargestellten- Deckelteilen des Gehäuses 10 gelagert. Die Achse der An- oder Abtriebswelle 102 fällt mit der zentralen Achse 58 zusammen. Auf der An- oder Abtriebswelle 102 sitzt ein Ritzel 104. Statt eines einzigen Ritzels können auch in an sich bekannter Weise zwei gegeneinander verspannte Ritzel vorgesehen sein, welche in Zusammenwirken mit den Gegenverzahnungen das Spiel aus dem An- oder Abtrieb herausnehmen. Durch den Rotationskolben 60 erstreckt sich ein länglicher Durchbruch 106. Der Durchbruch 106 weist eine noch zu beschreibende Innenverzahnung auf. Die große Achse des Durchbruchs erstreckt sich senkrecht zu der ersten Symmetrieebene des Rotationskolbens 60 in der zweiten Symmetrieebene. Die Innenverzahnung besteht aus zwei konkaven Zahnleisten 108 und 110 auf gegenüberliegenden Längsseiten des Durchbruchs 106. Die Zahnleisten 108 und 110 sind um die Zylinderachsen der zylindrischen Mantelabschnitte 62 bzw. 64 gekrümmt. Diese Zylinderachsen definieren, wie noch erläutert wird, kolbenfeste momentane Drehachsen 112 bzw. 114 des Rotationskolben 60. An den Enden des Durchbruchs 106 sind lineare Zahnleisten (Zahnstangen) 116 und 118 vorgesehen. Diese können auch durch die konvexen Zahnbögen ersetzt werden.

20

25

30

Mit 120 sind Dichtleisten bezeichnet, welche eine Abdichtung zwischen dem Rotationskolben 60 im Bereich der zylindrischen Mantelabschnitte 70, 72 und den zylindrischen Innenwandabschnitten der Kammer 32 bewirken. Die Dichtleisten 120 werden unten noch näher beschrieben.

Die Bewegung des Rotationskolbens 60 in der Kammer 32 wird anhand der schematischen Fig.4 erläutert. Die Bewegung des Rotationskolbens 60 erfolgt in aufeinanderfolgenden, einander ähnlichen Bewegungsabschnitten. Dabei dreht sich der Rotationskolben 60 abwechselnd um jeweils eine von zwei momentanen Drehachsen 112 und 114, die durch die Zylinderachsen der zylindrischen Mantelabschnitte 62 bzw. 64 definiert sind.

In Fig.4 befindet sich der Rotationskolben 60 zu Beginn eines Bewegungsabschnitts in einer Position, in welcher die beiden zylindrischen Mantelabschnitte 70 und 72 des Rotationskolbens je zur Hälfte in den dazu komplementären Innenwandabschnitten 46 bzw. 48. Der Mantelabschnitt 66 von größerem Krümmungsradius liegt an dem dazu komplementären Innenwandabschnitt 52 an. Aus dieser Position dreht sich der Rotationskolben entgegen dem Uhrzeigersinn von Fig.4 um die momentane Drehachse 112. Dabei dreht sich der zylindrische Mantelabschnitt 70 wie in einem Lager in dem dazu komplementären, zylindrischen Innenwandabschnitt 46 der Kammer 32. Der zylindrische Mantelabschnitt 72 gleitet -nach rechts in Fig.4- auf dem Innenwandabschnitt 54. Diese Drehung um die momentane Drehachse 112 setzt sich fort, bis der Rotationskolben 60 auf der in Fig.4 rechten Seite der Kammer 32 zur Anlage kommt. Das ist eine "Anschlagposition". Der zylindrische Mantelabschnitt 72 liegt dann zur Hälfte in dem dazu komplementären Innenwandabschnitt 50. Der Mantelabschnitt 68 kommt zur Anlage an dem Innenwandabschnitt 56. Damit ist die Drehbewegung um die momentane Drehachse 112 begrenzt. Die geschilderte Bewegung ist ein "Bewegungsabschnitt".

In dem anschließenden Bewegungsabschnitt erfolgt in ähnlicher Weise eine Drehung um die andere momentane Drehachse 114 des Rotationskolbens. Diese momentane Drehachse 114 fällt in dem anschließenden Bewegungsabschnitt mit der Zylinderachse 122 des zylindrischen Innenwandabschnitts 50 zusammen. Um diese neue momentane Drehachse (122 bezogen auf die Kammer oder 114 bezogen auf den Rotationskolben) dreht sich nun der Rotationskolben 60. Dabei dreht sich der Mantelabschnitt 72 in dem Innenwandabschnitt 50, während der Mantelabschnitt 70 an dem Innenwandabschnitt gleitet.

Jeder Bewegungsabschnitt umfaßt daher eine Bewegung in eine Anschlagstellung gefolgt von einem Sprung der momentanen Drehachse 112 auf 114 oder umgekehrt. Fig.4 zeigt die Trajektorie 124 der in einem Bewegungsabschnitt nicht als momentane Drehachse wirkenden Drehachse 112 oder 114: In dem ersten Bewegungsabschnitt bewegt sich die Achse 114 auf dem Bogen 126 zu der durch die Zylinderachse 122 bestimmten Position. Dann erfolgt ein Achssprung: Jetzt dreht sich die Achse 112 um die momentane Drehachse 114 in der Position der Zylinderachse 122 längs des Bogens 128. Im dritten Bewegungsabschnitt ist die Achse 112 in der Position der Zylinderachse des Innenwandabschnitts 48 angekommen und wird wieder zur momentanen Drehachse. Die Achse 114 bewegt sich längs des Bogens 130. Dann ist wieder die in Fig.4 dargestellte Anordnung erreicht, wobei aber die momentanen Drehachsen 112 und 114 ihre Plätze vertauscht haben. Hiervon ausgehend erfolgen weitere drei Bewegungsabschnitte, bis der Zustand von Fig.4 wieder erreicht ist. Die Trajektorie 124 stellt somit ein Bogendreieck dar, das allerdings nicht stetig durchlaufen wird.

Fig.4 zeigt auch die Trajektorie 132, die bei diesen Bewegungen des Rotationskolbens 60 von der Achse 58 der An- oder Abtriebswelle 102 relativ zu dem Rotationskolben 60 und dem Durchbruch 106 durchlaufen wird. Diese Trajektorie 132 ist ein Zweieck, d.h. eine geometrische Figur, die aus zwei gegensinnig gekrümmten Kreisbögen besteht, welche in zwei Ecken zusammentreffen. Die Kreisbögen sind hier um die beiden möglichen momentanen Drehachsen 112 und 114 des Rotationskolbens 60 gekrümmt und symmetrisch zu der "transversalen" Symmetrieebene des Rotationskolbens. In der Endposition von Fig.4 geht die transversale Symmetrieebene durch die zentrale Achse 58. In der "Anschlagposition" liegt die zentrale Achse 58 auf einer der Ecken des Zweiecks auf der transversalen Symmetrieebene. Die Krümmung der Kreisbögen hängt ab von der Lage der Drehachsen 112, 114 relativ zu dieser transversalen Symmetrieebene und damit vom Krümmungsradius der beiden Mantelabschnitte 70 und 72. Die Zahnleisten 108 und 110 sind auch um die möglichen momentanen Drehachsen 112 bzw. 114 gekrümmt. Ihr Abstand von den beiden Kreisbögen 134 bzw. 136 entspricht dem Radius des Ritzels 104. In der Anschlagposition erfolgt ein Sprung der momentanen Drehachse z.B. von 112 auf 114. Dreht sich der Rotationskolben 60

während eines Bewegungsabschnitts z.B. um die momentane Drehachse 112, dann bewegt sich die Achse 58 der An- oder Abtriebswelle 102 auf dem Kreisbogen 134 der Trajektorie 132, und das Ritzel 104 ist mit der konkaven Zahnleiste 108 in Eingriff. Nach Erreichen der Anschlagstellung springt die momentane Drehachse wie in Fig.5 dargestellt ist. Die Drehung erfolgt jetzt um die momentane Drehachse 114. Die Achse 58 der An- oder Abtriebswelle 102 ist dann in einer Ecke des Zweiecks und bewegt sich im nächsten Bewegungsabschnitt längs des Kreisbogens 136, Dementsprechend muß das Ritzel 104 dann in die konkave Zahnleiste 110 eingreifen, die um die momentane Drehachse 114 gekrümmt ist. In der Anschlagstellung muß sich der Umfang des Ritzels stetig und glatt an die konkaven Zahnleisten 108 und 110 anschließen. Der Übergang des Ritzels 104 von der einen zur anderen Zahnleiste 108 bzw. 110 muß aber ohne Blockierung erfolgen können. Das wäre der Fall, wenn die Zahnleisten insgesamt ein Oval zweiter Ordnung mit dem Krümmungsradius um die momentanen Drehpunkte und dem Krümmungsradius des Zahnrades bilden würden. Aus diesem Grunde sind an den Enden des Durchbruchs 106 die geraden oder linearen Zahnleisten 116 und 118 vorgesehen. Statt linearer Zahnleisten 116 und 118 können auch konvexe Zahnleisten (Zahnbögen) vorgesehen werden. Zwischen den konkaven Zahnleisten 108 und 110 und den linearen oder konvexen Zahnleisten 116 und 118 sind Lücken gelassen, wobei aber das Ritzel 104 gerade außer Eingriff mit der konkaven Zahnleiste 108 oder 110 kommt, wenn es in die lineare oder konvexe Zahnleiste 116 oder 118 eingreift. Es läßt sich zeigen, daß die Kinematik abgeschlossen und ohne Unterbrechung des Antriebs ein sicherer und einwandfreier Übergang von einer konkaven Zahnleiste auf die andere gewährleistet ist.

Fig.5 zeigt die Kinematik der Kraftübertragung genau in der Anschlagposition. Fig.6 zeigt die Kraftübertragung kurz danach, wenn die Drehung um die momentane Drehachse 114 erfolgt und das Ritzel 104 in Eingriff mit der konkaven Zahnleiste 110 ist.

Fig.7.1 bis Fig.7.12 die verschiedenen Arbeitsphasen einer Rotationskolbenmaschine nach Fig.1, die als Verbrennungskraftmaschine arbeitet.

Fig.7.1 zeigt die Rotationskolbenmaschine in der Position von Fig.1. Es ist ein Arbeitsraum 78 und ein Arbeitsraum 80 gebildet. In dem Arbeitsraum 70 erfolgt die

Verbrennung, d.h. es ist Treibstoff eingeleitet oder eingespritzt und gezündet worden. Die Verbrennungsgase treiben den Rotationskolben 60 entgegen dem Uhrzeigersinn um die momentane Drehachse 112 an. Der Arbeitsraum 78 dehnt sich aus, der Arbeitsraum 80 wird verkleinert. Dabei wird die Luft in dem Arbeitsraum 80 verdichtet. Das setzt sich
5 fort bis zu der Anschlagposition, die in Fig.7.2 dargestellt ist. Der Arbeitsraum 78 hat sein maximales Volumen. Das Volumen des Arbeitsraumes 80 ist bis auf die Brennraummulde 101 null. Das soll als "erster" Bewegungsabschnitt bezeichnet werden.

In dieser Anschlagposition wird in die Brennraummulde 101 Treibstoff eingespritzt und
10 gezündet. Die Verbrennungsgase treiben den Rotationskolben 60 weiter entgegen dem Uhrzeigersinn nunmehr um die momentane Drehachse 114. In einen zweiten Bewegungsabschnitt bildet sich dabei ein Arbeitsraum 140, wie in Fig.7.3 dargestellt ist. Dieser Arbeitsraum 140 dehnt sich aus. Dabei wird der Arbeitsraum 78 auf der anderen Seite des Rotationskolbens 60 verkleinert. Die Verbrennungsgase werden als Abgas
15 herausgedrückt. Der Arbeitsraum 140 vergrößert sich in dem zweiten Bewegungsabschnitt bis zu der nächsten Anschlagposition, die in Fig.7.4 dargestellt ist. Dann hat der Arbeitsraum 140 sein maximales Volumen. Das Volumen des Arbeitsraumes 78 ist praktisch null.

Im dritten Bewegungsabschnitt springt die momentane Drehachse wieder von 114 auf
20 112. Bei der weiteren Drehung des Rotationskolbens 60 entgegen dem Uhrzeigersinn bildet sich ein neuer Arbeitsraum 142. In diesen Arbeitsraum 142 wird Luft angesaugt. Aus dem gegenüberliegenden, sich während des dritten Bewegungsabschnitts wieder verkleinernden Arbeitsraum 140 werden die Verbrennungsgase als Abgas
25 herausgedrückt. Das ist in Fig.7.5 dargestellt. Der dritte Bewegungsabschnitt endet in der in Fig.7.6 dargestellten Anschlagposition. In dieser Anschlagposition ist das Volumen des Arbeitsraumes 142 auf einem Maximum, das Volumen des Arbeitsraumes 140 ist praktisch null.

Ein vierter Bewegungsabschnitt, der in Fig.7.7 und Fig. 7.8 dargestellt ist, ist
30 geometrisch ähnlich dem ersten Bewegungsabschnitt. Allerdings dreht sich der Rotationskolben 60 jetzt um die kolbenfeste momentane Drehachse 114. In diesem

vierten Bewegungsabschnitt bildet sich ein Arbeitsraum 144, der sich bei der Drehung des Rotationskolbens 60 vergrößert. In diesen Arbeitsraum 144 wird Luft angesaugt. Die im dritten Bewegungsabschnitt in den Arbeitsraum 142 angesaugte Luft wird verdichtet, wenn sich der Arbeitsraum 142 verkleinert. In der in Fig.7.8 dargestellten Anschlagposition ist das Volumen des Arbeitsraumes 144 maximal und das Volumen im Arbeitsraum 142 praktisch null. Die vorher angesaugte Luft ist in der Brennraummulde 101 komprimiert. In dieser Anschlagstellung von Fig.7.8 wird wieder Treibstoff in die Brennraummulde 101 eingeleitet oder eingespritzt und gezündet.

In einem fünften Bewegungsabschnitt, der in Fig.7.9 und Fig.7.10 dargestellt ist, dreht sich der Rotationskolben wieder um die momentane Drehachse 112. Es bildet sich ein Arbeitsraum 146, in welchem sich die Verbrennungsgase ausdehnen und den Rotationskolben 60 weiter entgegen dem Uhrzeigersinn treiben. Der Arbeitsraum 144 wird verkleinert und die im vierten Bewegungszyklus angesaugte Luft verdichtet. In die verdichtete Luft in der Brennmulde 98 des Arbeitsraums 144 wird Treibstoff eingespritzt und gezündet. Die momentane Drehachse springt wieder von der Drehachse 112 auf die Drehachse 114.

In einem sechsten Bewegungsabschnitt, der in den Figuren 7.11 und 7.12 dargestellt ist, bildet sich ein sich vergrößernder Arbeitsraum 148. In dem Arbeitsraum 148 dehnen sich die Verbrennungsgase aus und treiben den Rotationskolben 60 um die Drehachse 114 in die Position von Fig.7.12. Die Verbrennungsgase in dem sich dabei wieder verkleinernden Arbeitsraum 146 werden als Abgase herausgedrückt. In Fig.7.12 ist der Rotationskolben 60 wieder in der gleichen Position (mit der Drehachse 112 "oben") wie zu Beginn des ersten Bewegungsabschnitts. Der Zyklus beginnt dann von neuem.

In den Figuren 7.1 und 7.3 und in den Figuren 7.9 und 7.11 sind "Arbeitshübe" der 4-Takt-Version dargestellt. Zu jedem Arbeitshub gehört ein Ansaughub, ein Verdichtungshub und nach dem Arbeitshub ein Auslaßhub. Von acht Bewegungsabschnitten enthalten vier einen "Arbeitshub".

In den Anschlagpositionen ist die momentane Drehachse des Rotationskolbens 60 nicht eindeutig kinematisch bestimmt. Vorübergehend sind beide Drehachsen 112 und 114 gleichwertig. Die Kinematik ist nicht abgeschlossen. Wenn in dieser Anschlagposition, wie sie z.B. in Fig.7.8 gezeigt, der Treibstoff eingespritzt und gezündet oder ein Arbeitsmedium wie Hydrauliköl oder Dampf eingeleitet wird, dann wirkt auf die in Fig.7.8 rechte Fläche des Rotationskolbens 60 eine Kraft quer zu der Verbindungsebene S - N des Rotationskolbens 60. Diese Kraft kann den Rotationskolben 60 nach links in den quasi-dreieckigen Arbeitsraum 144 hinein drücken. Der Rotationskolben 60 verklemmt sich dann zwischen den Innenwandabschnitten 52 und 54. Das gilt insbesondere bei langsamen Drehungen, bei denen die weitere Drehbewegung in der richtigen Richtung nicht schon durch den Drehimpuls des Rotationskolbens 60 gewährleistet ist.

Um ein solches Klemmen zu verhindern sind Fixiermittel vorgesehen, welche in den Anschlagpositionen des Rotationskolbens 60 von den beiden möglichen momentanen Drehachsen 112 und 114 jeweils die in dem nächstfolgenden Bewegungsabschnitt als momentane Drehachse fungierende fixieren. In dem erwähnten Fall von Fig.7.8 wäre das die Drehachse 112. Diese kolbenfeste Drehachse 112 wird vorübergehend fixiert in einer Position, wo sie mit der gehäusefesten Zylinderachse des Innenwandabschnitts 50 zusammenfällt. Wenn der Rotationskolben 60 eine gewisse Drehung um diese fixierte Achse ausgeführt hat, dann ist sichergestellt, daß der Rotationskolben 60 sich weiter in der richtigen Richtung um die momentane Drehachse 112 dreht. Dann kann die Fixierung gelöst werden. Die Fixierung der momentanen Drehachse muß natürlich wieder gelöst sein, bevor der Rotationskolben 60 in seine nächste Anschlagstellung gelangt, also vor Beendigung des Bewegungsabschnitts.

Eine mechanische Vorrichtung zur vorübergehenden Fixierung einer momentanen Drehachse 112 oder 114 ist in Fig.16 in einem Längsschnitt längs der Linie S - N von Fig.7.8 schematisch dargestellt.

In Fig.16 ist das Gehäuse 10 mit einer Kammer 12 im Längsschnitt dargestellt. Das Gehäuse 10 besteht aus einem Mantelteil 150 das die Kammer 12 definiert, und

Deckelteilen 152 und 154. In der Kammer 12 ist der Rotationskolben 60 beweglich. Mit 112 und 114 sind in Fig.16 die beiden möglichen momentanen Drehachsen bezeichnet.

In dem Rotationskolben 60 sind in der Stirnfläche auf den beiden möglichen momentanen Drehachsen 112 und 114 konische Vertiefungen 156 bzw. 158 angebracht. In dem Deckelteil 154 sind gleichachsig zu den Zylinderachsen der zylindrischen Innenwandabschnitte 46, 48 und 50 Wellen gelagert, von denen in Fig.16 nur zwei Wellen 158 und 160 zu sehen sind, deren Achsen mit den Zylinderachsen der Innenwandabschnitte 46 bzw. 50 zusammenfallen. Die Wellen 158 und 160 sind axial beweglich geführt. An den Wellen sitzen Köpfe 162 bzw. 164. Die Köpfe 162 und 164 sind spulenartig mit einem Mittelteil 166 bzw. 168 von vermindertem Durchmesser und zwei im Abstand voneinander angeordneten Scheiben 170, 172 bzw. 174, 176 größeren Durchmessers ausgebildet. Die Mittelteile 166 und 168 sind in Bohrungen 178 bzw. 180 des Deckelteils 154 geführt. Die Bohrungen 178 und 180 enden in erweiterten Abschnitten 182 bzw. 184, in denen die kammerseitigen Scheiben 172 bzw. 176 geführt sind. Die kammerseitigen Scheiben 172 und 176 sind mit konischen Flächen 186 bzw. 188 versehen, welche an die Innenflächen der konischen Vertiefungen 156 bzw. 158 anlegbar sind. Die wellenseitigen, äußeren Scheiben 170 und 174 bilden Anker für Steuermagnete 190 bzw. 192. Die Köpfe 162 und 164 sind durch die Steuermagnete zwischen zwei Stellungen beweglich. In der einen Stellung links in Fig.16 liegt die kammerseitige Scheibe 172 innerhalb des erweiterten Abschnitts 182 der Bohrung. In der anderen Stellung rechts in Fig.16 liegt die äußere Scheibe 174 an der Außenseite des Deckelteils 154 an. Dann greift der Kopf mit der konischen Fläche 188 in die konische Ausnehmung 156 des Rotationskolbens 60.

Die Steuermagnete 190 und 192 werden von einer (nicht dargestellten) Sensoranordnung angesteuert, die auf die Drehung der An- oder Abtriebswelle 102 anspricht. Durch die Steuermagnete wird jeweils bei Erreichen einer Anschlagposition, in welcher ein Sprung der momentanen Drehachse von Drehachse 112 zu Drehachse 114 oder umgekehrt stattfindet, so angesteuert, daß die Drehachse für den jeweils nächsten Bewegungsabschnitt vorübergehend fixiert wird. Im Fall von Fig.7.8 ist das die Drehachse 112. Diese wird, wie in Fig.16 dargestellt, durch Eingreifen des Kopfes 164 in

die konische Vertiefung 156 des Rotationskolbens 60 mechanisch festgelegt. Dadurch ist die Drehbewegung gemäß Fig.7.9 sichergestellt. Ein Verklemmen der Rotationskolbens 60 wird verhindert.

5 In den zylindrischen Mantelabschnitten 70 und 72 sind Längsnuten 200 vorgesehen, wie in Fig.17 dargestellt ist. In den Längsnuten 200 sitzen Dichtleisten 202. Die Dichtleisten 120 stehen unter dem Einfluß von Druckfedern 204 und werden an die Innenwand der Kammer 12 angedrückt. Dadurch soll eine zusätzliche Dichtung zwischen dem Rotationskolben 60 und der Innenwand der Kammer 12 erreicht werden. Die Dichtleisten
10 können zusätzlich durch Druck aus einem der Arbeitsräume beaufschlagt werden, der in die Längsnuten 200 eingeleitet wird und die Dichtleisten 120 an die Innenwand der Kammer 12 andrückt. Eine solche Andruckkraft verbessert die Dichtwirkung, bringt aber auch erhöhte Reibung mit sich, die sich ungünstig auf Wirkungsgrad und Verschleiß auswirkt. Aus diesem Grunde sind die Längsnuten von dem Arbeitskammerdruck über
15 eine Ventilanordnung 206 beaufschlagt, die von der Druckdifferenz zwischen den Arbeitsräumen z.B. 78 und 80 beaufschlagt ist. Wenn die Druckdifferenz groß ist, werden die Dichtleisten mit größerer Kraft an die Innenwand der Kammer 12 angedrückt als wenn die Druckdifferenz klein ist. Dann wird bei großer Druckdifferenz zwischen den Arbeitsräumen eine bessere Abdichtung unter Inkaufnahme erhöhter Reibung erhalten,
20 während bei kleiner Druckdifferenz ein weniger starker Andruck der Dichtleisten 120 ausreicht und die Reibung vermindert ist.

In Fig.17 und 20 enthält die Ventilanordnung 206 eine Bohrung 208, welche quer durch den Rotationskolben 60 verläuft und die Arbeitsräume, z.B. 78 und 80, miteinander
25 verbindet. In der Bohrung 208 ist ein Schieber 210 geführt. Der Schieber 210 weist einen Mittelteil 212 auf, dessen Durchmesser an den Durchmesser der Bohrung 208 angepaßt ist. An dem Mittelteil 212 sitzen an beiden Enden Abschnitte 214 und 216 von vermindertem Durchmesser. Zu den Arbeitsräumen 78, 80 hin ist die Bohrung durch hülsenförmige Abschlußstücke 218 bzw. 220 abgeschlossen. Die Abschnitte 214 und 216
30 von vermindertem Durchmesser können in die Bohrungen der hülsenförmigen Abschlußstücke 218 oder 220 eingreifen und diese verschließen.

Der Schieber 208 ist durch nicht dargestellte Mittel so zentriert, daß er bei geringer Druckdifferenz zwischen den Arbeitsräumen 78, 80 die Verbindung zu den Längsnuten 200 abdeckt. Wenn die Druckdifferenz zwischen den Arbeitsräumen ein bestimmtes Maß überschreitet, dann wird der Schieber 208 durch die Druckdifferenz in eine der Endstellungen gefahren, in denen der jeweilige Abschnitt 313 oder 216 in das zugehörige Abschlußstück eingreift. Dann ist eine Verbindung zwischen dem Arbeitsraum höheren Druckes und der Längsnut 200 hergestellt.

Wünschenswert wäre, daß das Profil der Dichtleisten jeweils an die Krümmung des Innenwandabschnittes angepaßt ist, an welchem die Dichtleiste anliegt. Dann würde die Dichtleiste mit dem Innenwandabschnitt eine Flächenberührung mit geringerer Flächenpressung und besserer Dichtwirkung haben, als wenn Dichtleiste und Innenwandabschnitt unterschiedliche Krümmungsradien hätten und dementsprechend nur mit Linienberührung aneinander anliegen würden. Die Innenwandabschnitte, an denen die Dichtleisten nacheinander anliegen, haben aber entweder den kleineren ersten oder den größeren zweiten Krümmungsradius.

Dieses Problem wird bei einer Anordnung nach Fig.18 dadurch gelöst, daß zwei Arten von Dichtleisten, nämlich 222 und 224 vorgesehen sind, von denen die eine Art ein Profil aufweist, das an die Innenwandabschnitte 46, 48, 50 (Fig.1) mit kleinerem Krümmungsradius angepaßt ist, also den gleichen Krümmungsradius hat wie diese, und von denen die andere Art ein Profil aufweist, das an die Innenwandabschnitte 52, 54, 56 mit größerem Krümmungsradius angepaßt ist. Die beiden Arten von Dichtleisten sind alternierend in Längsnuten in den zylindrischen Flächen 70 und 72 vorgesehen, z.B. insgesamt drei Dichtleisten 222 und zwei Dichtleisten 224. Dichtleisten 222 mit kleinerem Krümmungsradius bilden in Umfangsrichtung den Anfang und das Ende der Gruppe von Dichtleisten. Damit ist sichergestellt, daß an jedem Innenwandabschnitt bei Kontakt mit dem zylindrischen Mantelabschnitt 70 oder 72 wenigstens zwei Dichtleisten anliegen, die in ihrem Krümmungsradius mit dem Krümmungsradius des Innenwandabschnitts übereinstimmen.

Eine andere Lösung zeigen die Figuren 19A und 19B, Dort ist eine Dichtleiste 226 gezeigt, die ein konvexes Profil 228 aufweist. Das Profil 228 ist in drei gedachte Längsstreifen 230, 232 und 234 unterteilt. In den beiden äußeren Längsstreifen 230 und 234 hat das Profil einen Krümmungsradius, der dem kleineren Krümmungsradius der Innenwandabschnitte 46, 48, 50 entspricht. In dem mittleren Längsstreifen 232 hat das Profil einen Krümmungsradius, der dem größeren Krümmungsradius der Innenwandabschnitte 52, 54, 56 entspricht. Liegt die Dichtleiste 226 an einem Innenwandabschnitt 46, 48, 50 mit kleinerem Krümmungsradius an, dann haben die beiden äußeren Längsstreifen 230 und 234 Flächenkontakt mit dem Innenwandabschnitt, z.B. 46. Das ist in Fig.19A dargestellt. Liegt die Dichtleiste 226 an einem Innenwandabschnitt 52, 54, 56 von größerem Krümmungsradius an, dann hat die Dichtleiste im mittleren Längsstreifen 238 Flächenkontakt mit dem Innenwandabschnitt, z.B. 52.

Fig.2 zeigt eine Rotationskolbenmaschine, bei welcher der Querschnitt einer in einem Gehäuse 250 gebildeten Kammer 252 ein Oval fünfter Ordnung ist. Die Innenwand der Kammer 252 besteht aus fünf zylindrischen Innenwandabschnitten 254, 256, 258, 260 und 262 von kleinerem Krümmungsradius und alternierend damit fünf zylindrischen Innenwandabschnitten 264, 266, 270, 272 und 274 von größerem Krümmungsradius. Der Ausdruck "zylindrisch" bedeutet hier, daß es sich um Abschnitte einer Zylinderfläche handelt. Die Innenwandabschnitte mit kleinerem und größeren Krümmungsradius schließen sich wieder stetig und glatt, d.h. mit einer gemeinsamen Tangente in den Anschlußpunkten des Querschnitts, aneinander an. In der Kammer 252 ist ein Rotationskolben 276 beweglich. Der Querschnitt des Rotationskolbens 276 ist ein Oval vierter Ordnung. Die Mantelfläche des Rotationskolbens 276 besteht aus vier zylindrischen Mantelabschnitten 278, 280, 282 und 284 von kleinerem Krümmungsradius und alternierend damit vier zylindrischen Mantelabschnitten 286, 288, 290 und 292 von größerem Krümmungsradius. Auch hier schließen sich die Mantelabschnitte mit kleinerem und größeren Krümmungsradius wieder stetig und glatt, d.h. mit einer gemeinsamen Tangente in den Anschlußpunkten des Querschnitts,

aneinander an. Die kleineren und größeren Krümmungsradien des Rotationskolbens 276 entsprechen wieder den kleineren bzw. größeren Krümmungsradien der Kammer 252.

Die Kammer 252 hat eine fünffache Symmetrie, d.h. es gibt fünf Symmetrieebenen, die
5 jeweils durch die Zylinderachse eines Innenwandabschnitts von kleinerem Krümmungsradius und der Zylinderachse des gegenüberliegenden Innenwandabschnitts von größerem Krümmungsradius verlaufen. Die Symmetrieebenen schneiden sich in einer zentralen Achse 294. Der Rotationskolben 276 hat dagegen nur eine zweifache Symmetrie: Die beiden Symmetrieachsen gehen einmal durch die Zylinderachsen der
10 gegenüberliegenden zylindrischen Mantelabschnitte 278 und 282 und zum anderen durch die Zylinderachsen der gegenüberliegenden zylindrischen Mantelabschnitte 280 und 284.

Ähnlich wie bei der Rotationskolbenmaschine von Fig.1 sind an dem Rotationskolben 276 zwei mögliche momentane Drehachsen 296 und 298 definiert. Diese Drehachsen 296
15 und 298 sind die Zylinderachsen der zylindrischen Mantelabschnitte 278 bzw. 282 und liegen auf einer ersten Symmetrieebene des Rotationskolbens 276.

Der Rotationskolben 276 weist -wieder ähnlich wie bei der Rotationskolbenmaschine von Fig.1- einen bi-ovalen, zentralen Durchbruch 300 auf. Die längere Achse des
20 Durchbruchs 300 erstreckt sich in der zweiten Symmetrieebene des Rotationskolbens 276. Die kürzere Achse liegt in der vorerwähnten ersten Symmetrieebene. Längs der zentralen Achse 294 erstreckt sich eine An- oder Abtriebswelle 302. Auf der An- oder Abtriebswelle 302 sitzt ein Ritzel 304. Das Ritzel 304 ist jeweils mit einer von zwei konkav bogenförmigen Zahnleisten 306 und 308 in Eingriff. Die Zahnleiste 306 ist um
25 die momentane Drehachse 296 gekrümmt. Die Zahnleiste 308 ist um die momentane Drehachse 298 gekrümmt. An den Enden des Durchbruchs 300 sitzen lineare Zahnleisten 310 und 312. Diese können auch durch die konvexen Zahnbögen ersetzt werden.

Diese Anordnung wirkt im wesentlichen in gleicher Weise wie die entsprechende
30 Anordnung von Fig.1 und stellt eine Antriebsverbindung zwischen dem Rotationskolbens 276 und der An- oder Abtriebswelle 302 her.

Der Rotationskolben 276 dreht sich in der Kammer 252 entgegen dem Uhrzeigersinn im wesentlichen in der gleichen Weise, wie es für die Ausführung von Fig.2 beschrieben wurde: In aufeinanderfolgenden Bewegungsabschnitten dreht sich der Rotationskolben
5 um eine der beiden möglichen momentanen Drehachsen, z.B. mit dem zylindrischen Mantelabschnitt 278 in dem zylindrischen Innenwandabschnitt 254 um die Drehachse 296, wobei der Mantelabschnitt 282 an dem Innenwandabschnitt 258 gleitet. Bei Erreichen der Anschlagstellung erfolgt ein Wechsel der Drehachse.

10 Dabei dreht sich der Rotationskolben 276 in bezug auf die Kammer 252 jeweils nacheinander um die kammerfesten Drehachsen 314, 316, 318, 320 und 322 (Fig.8). Diese Achsen sind wieder durch die Zylinderachsen der zylindrischen Innenwandabschnitte 254, 260, 256, 262 bzw. 258 bestimmt. Die zentrale Achse 294 durchläuft relativ zu dem Rotationskolben 276 eine Trajektorie 324 in Form eines
15 Zweiecks. Das Ritzel 304 kämmt dabei abwechselnd mit der konkaven Zahnleiste 306 oder 308, je nachdem, ob sich der Rotationskolben 276 um die momentane Drehachse 296 oder um die momentane Drehachse 298 des Rotationskolbens 276 dreht. Das ist ähnlich wie in Fig.4.

20 Fig.9 und 10 zeigen für die Anordnung von Fig.2 den Wechsel der momentanen Drehachsen von der Drehachse 298 zur Drehachse 296 und den entsprechenden Übergang des Ritzels 302 von der konkaven Zahnleiste 308 auf die Zahnleiste 306. Das ist -abgesehen von einer etwas anderen Form des ovalen Durchbruchs- analog zu Fig.5 und 6.

25 In den Anschlagstellungen des Rotationskolbens ist wieder die Kinematik nicht abgeschlossen und die momentane Drehachse nicht eindeutig bestimmt. Es treten die gleichen Probleme auf, wie sie oben für die Rotationskolbenmaschine von Fig.2 beschrieben wurden, nämlich daß der Rotationskolben 276 z.B. in der Position von Fig.8
30 durch Druck in dem Arbeitsraum nicht in weitere Drehung versetzt wird sondern quer zu seiner ersten Symmetrieebene zwischen die Innenwandabschnitte 268 und 272 gedrückt wird und sich dort verklemmt. Dieses Problem wird wieder durch die in Fig.16

dargestellte Konstruktion gelöst, durch welche die momentanen Drehachsen des Rotationskolbens bei Erreichen der Anschlagpositionen nacheinander in den kammerfesten Drehachsen 314, 316, 318, 320 und 322 vorübergehend fixiert werden.

5 Die Figuren 11.1 bis 11.20 zeigen in ähnlicher Form wie die Figuren 7.1 bis 7.12 den Bewegungsablauf des Rotationskolbens 276 während einer vollen Umdrehung, die Bildung von Arbeitsräumen, die Ansaugung und Verdichtung von Luft, die Einleitung und Zündung von Treibstoff und das Austreiben der Verbrennungsgase.

10 Man erkennt, daß zu einer vollen Umdrehung des Rotationskolbens 276 sechs Arbeitshübe mit Einleitung, Zündung und Verbrennung von Treibstoff gehören, wobei wieder zu jedem Arbeitshub ein Ansaug- und ein VerdichtungsHub und nach dem Arbeitshub ein Ausschubhub gehört.

15 Fig.3 zeigt eine Ausführung, bei welcher in einem Gehäuse 350 eine Kammer 352 gebildet ist, deren Querschnitt ein Oval siebenter Ordnung ist. Die Innenwand der Kammer 352 weist sieben konkav-zylindrische Innenwandabschnitte 354, 356, 358, 360, 362, 364 und 366 von relativ kleinem Krümmungsradius alternierend mit sieben konkav-zylindrischen Innenwandabschnitten 368, 370, 372, 374, 376, 378 und 380 von relativ
20 großem Krümmungsradius auf. Die alternierenden Innenwandabschnitte mit kleinerem und größerem Krümmungsradius schließen wieder stetig und glatt aneinander an. In der Kammer 352 ist ein Rotationskolben 382 beweglich. Der Querschnitt des Rotationskolbens 382 ist ein Oval sechster Ordnung. Die Mantelfläche des Rotationskolbens 382 weist sechs konvex-zylindrische Mantelabschnitte 384, 386, 388, 390, 392 und 394 von relativ kleinem Krümmungsradius alternierend mit sechs konvex-zylindrischen Mantelabschnitten 396, 398, 400, 402, 404 und 406 auf. Die kleineren und
25 größeren Krümmungsradien des Rotationskolbens 382 entsprechen den kleineren bzw. größeren Krümmungsradien der Kammer 352. Die Kammer 352 hat eine siebenfache Symmetrie, d.h. sieben radiale Symmetrieebenen, die sich in einer zentralen Achse 408 schneiden. Der Rotationskolben hat wieder nur eine zweifache Symmetrie: Eine erste Symmetrieebene verläuft durch die Zylinderachsen der gegenüberliegenden konvex-zylindrischen Mantelabschnitte 384 und 390. Diese beiden Zylinderachsen bilden wieder
30

die beiden möglichen momentanen Drehachsen 410 und 412 des Rotationskolbens 382. Die zweite Symmetrieachse verläuft senkrecht dazu durch die Zylinderachsen der konvex-zylindrischen Mantelabschnitte 398 und 404.

5 Eine An- oder Abtriebswelle 414 erstreckt sich längs der zentralen Achse 408. Die An- oder Abtriebswelle 414 erstreckt sich durch einen ovalen Durchbruch 416 des Rotationskolbens 382. Auf der An- oder Abtriebswelle 414 sitzt ein Ritzel 418. Das Ritzel 418 kämmt mit einer von zwei gegenüberliegenden konkaven Zahnleisten 420 und 422, die um die Drehachsen 410 bzw. 412 gekrümmt sind. Auf diese Weise wird die
10 Drehbewegung des Rotationskolbens 382 auf die An- oder Abtriebswelle übertragen oder umgekehrt. Diese Anordnung funktioniert in gleicher Weise wie die unter Bezugnahme auf Fig.1 ausführlich beschriebene Anordnung.

Fig.12 ist ähnlich wie Fig.4 oder Fig.8 jedoch bezogen auf die Ausführung nach Fig.3.
15 Sie zeigt die sieben kammerfesten Drehachsen, um welche sich der Rotationskolben 382 mit seinen momentanen Drehachsen 410 oder 412 in den aufeinanderfolgenden Bewegungsabschnitten dreht. Das sind die Zylinderachsen der konkav-zylindrischen Innenwandflächen mit kleinerem Krümmungsradius. Diese nacheinander in Funktion tretenden kammerfesten Drehachsen sind in Fig.12 mit 424, 426, 428, 430, 432, 434 und
20 436 bezeichnet. Mit 438 ist in Fig.12 die Trajektorie der zentralen Achse 408 bezogen auf den Rotationskolben 382 bezeichnet. 440 ist die Trajektorie, die bei Drehung um jeweils eine der kolbenfesten momentanen Drehachsen 410 oder 412 von der anderen Drehachse 412 bzw. 410 durchlaufen wird. Das ist ein Bogensiebenneck, das wieder nicht kontinuierlich durchlaufen wird.

25 Fig.13 und 14 entsprechen für die Ausführung nach Fig.3 den Figuren 5 und 6 bei der Ausführung von Fig.1 und den Figuren 9 und 10 bei der Ausführung von Fig.2. Die Funktion ist die gleiche wie dort. Jedoch sind die Durchbrüche die Fig.2 und Fig.3 zunehmend gedrungener, weil die "Hübe" der Kolben bei jedem Arbeitszyklus kleiner
30 sind.

Die Figuren 15.1 bis 15.28 zeigen den Bewegungsablauf des Rotationskolbens 382 bei der Ausführung nach Fig.3 für eine volle Umdrehung des Rotationskolbens. Die jeweilige momentane Drehachse ist durch einen ausgefüllten Kreis markiert. In den Anschlagstellungen legt die Kinematik nicht genau fest, welche Achse 410 oder 412 die momentane Drehachse ist. Deshalb sind beide Drehachsen 410 und 412 durch zwei halb ausgefüllte Kreise markiert. Ein Zünden von eingespritztem Treibstoff oder ein eingeleitetes Arbeitsmedium, wie z.B. in Fig.15,2 dargestellt ist, kann dann den Rotationskolben schräg nach links unten in Fig.15.2 drücken, statt eine weitere Drehung zu bewirken. Der Rotationskolben kann sich dann zwischen den Innenwandabschnitten 368 und 374 verklemmen.. Aus diesem Grund sind auch hier wieder auf den kammerfesten Drehachsen 424, 426, 428, 430, 432, 434 und 436 Fixiermittel z.B. nach Art von Fig.16 für die kolbenfesten momentanen Drehachse 410 oder 412 vorgesehen.

Die Figuren 15.1 bis 15.28 zeigen, daß bei einer vollen Umdrehung des Rotationskolbens 382 insgesamt acht Arbeitshübe mit den zugehörigen Ansaug-, Verdichtungs- und Ausschubhüben gehören.

Da bei den Ausführungen nach Fig.2 und Fig.3 pro Umdrehung der Abtriebswelle 302 bzw.414 sechs bzw. acht Arbeitshübe erfolgen, können solche Rotationskolbenmaschinen langsamer bei hohem Drehmoment arbeiten als eine Rotationskolbenmaschine nach Fig.1. Bei langsam arbeitenden Rotationskolbenmaschinen der vorliegenden Art ist die Gefahr, daß sich der Rotationskolben verklemmt besonders hoch: Einmal wird die Nichteindeutigkeit der Kinematik in den Anschlagpositionen des Rotationskolbens nicht durch den Drehimpuls des Rotationskolbens geheilt, der eine Weiterdrehung erzwingt. Zum anderen wird der "Keilwinkel" zwischen den Innenwandabschnitten, zwischen denen sich der Rotationskolben verkeilen kann, mit zunehmender Ordnung des Ovals kleiner. Für die Rotationskolbenmaschinen mit Ovalen höherer Ordnung dürfte daher die Fixierung der momentanen Drehachse gemäß Fig.16 von besonderer Bedeutung sein.

Die beschriebenen Anordnungen können in vielfältiger Weise abgewandelt werden. Beispielsweise brauchen die um die möglichen momentanen Drehachsen z.B. 112 und 114 in Fig.1 gekrümmten Flächen des Rotationskolbens 60 selbst nicht genau zylindrisch

um die momentanen Drehachsen 112 bzw. 114 gekrümmt zu sein. Die Erfindung kann auch in der Weise verwirklicht werden, daß nur die Anlageflächen der Dichtleisten auf einer um die momentanen Drehachsen gekrümmten Zylinderfläche liegen. Das soll auch noch unter den Begriff "zylindrische Mantelabschnitte" fallen.

Patentansprüche

5

1. Rotationskolbenmaschine, enthaltend:

10

- (a) ein Gehäuse mit einer prismatischen Kammer (32;252;352) deren Querschnitt ein Oval ungerader Ordnung bildet, das alternierend aus Kreisbögen mit einem ersten, kleineren Krümmungsradius (34,36,38) und Kreisbögen (40,42,44) mit einem zweiten, größeren Krümmungsradius zusammengesetzt ist, die stetig und differenzierbar ineinander übergehen, wobei entsprechende erste und zweite zylindrische Innenwandabschnitte (46, 48, 50 bzw. 52, 54 56; 254, 256, 258, 260, 262 bzw. 264, 266, 268, 270, 272; 354, 356, 358 360, 362, 364, 366 bzw. 368, 370, 372, 374, 376, 378, 380) gebildet werden,

15

20

- (b) einen prismatischen Rotationskolben (60;276;382) an dem diametral gegenüberliegend zylindrische Mantelabschnitte (70,72;278,282;384,390) mit dem ersten Krümmungsradius gebildet sind, von denen jeweils einer in einem ersten zylindrischen Innenwandabschnitt (46, 48, 50; 254, 256, 258, 260, 262; 356, 358, 360, 362, 364, 366) drehbar ist und der andere an einem gegenüberliegenden Innenwandabschnitt (54, 52, 56; 268, 264, 270, 266, 272; 360, 356, 376, 370, 378, 372, 380) anliegt, so daß der Rotationskolben (60;276;382) die Kammer (32;252;352) in jeder Stellung in zwei Arbeitsräume (z.B. 78,80) unterteilt, deren Volumina sich bei fortschreitender Rotation des Rotationskolbens (60;276;382) abwechselnd vergrößern und verkleinern, wobei die zylindrischen Mantelabschnitte eine Mittelebene definieren, in welcher längs der Zylinderachsen der zylindrischen Mantelabschnitte verlaufende kolbenfeste momentane Drehachsen (112, 114; 296, 298; 410, 412) des Rotationskolbens (60;276;382) definiert sind,

25

30

(c) Mittel zum zyklischen Einleiten und Ablassen von Arbeitsmedium in die bzw. aus den Arbeitsräumen (z.B. 78,80), wobei der Rotationskolben (60;276;382) sich in jedem Bewegungsabschnitt mit einem ersten der diametral gegenüberliegenden Mantelabschnitte in einem ersten Innenwandabschnitt um eine zugeordnete momentane Drehachse (112, 114; 296, 298; 410, 412) dreht, die längs der Zylinderachse des ersten Innenwandabschnitts verläuft, und mit dem zweiten der diametral gegenüberliegenden Mantelabschnitte an dem gegenüberliegenden zweiten Innenwandabschnitt der Kammer (32;252;352) entlang in den daran in Drehrichtung anschließenden ersten Innenwandabschnitt der Kammer (32;252;352) gleitet und dort in eine Anschlagposition gelangt; und die momentane Drehachse (112, 114; 296, 298; 410, 412) anschließend für den nächsten Bewegungsabschnitt in eine durch den besagten anschließenden Innenwandabschnitt definierte, der anderen kolbenfesten Drehachse entsprechende geänderte Position springt, und

(d) Mittel zum Kuppeln einer An- oder Abtriebswelle mit dem Rotationskolben (60;276;382),

gekennzeichnet durch

(e) Fixiermittel (186,188) zum vorübergehenden Fixieren der momentanen Drehachse (112, 114; 296, 298; 410, 412) für den anschließenden Bewegungsabschnitt bei Erreichen der besagten geänderten Position.

2. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fixiermittel (156,158,172,176) den Rotationskolben (60;276;382) vor Erreichen der nächsten Anschlagposition freigeben.

3. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß**

(a) an einer Stirnfläche des Rotationskolbens (60;276;382) im Bereich der
5 möglichen kolbenfesten momentanen Drehachsen (112, 114; 296, 298; 410,
412) Kupplungsstrukturen (156,158) vorgesehen sind und

(b) gehäuseseitig auf den Achsen der ersten, zylindrischen Innenwandabschnitte
axial verschiebbare Wellen (158,160) mit komplementärer
Kupplungsstrukturen (172,176) gelagert sind, welche zum Fixieren der
10 jeweiligen momentanen Drehachse (112, 114; 296, 298; 410, 412) mit der
Kupplungsstrukturen des Rotationskolbens (60;276;382) in Eingriff gebracht
werden.

4. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet daß**

(a) die kolbenseitigen Kupplungsstrukturen von konischen Vertiefungen
15 (156,158) in der Stirnfläche des Rotationskolbens (60;276;382) gebildet sind
und

(b) die wellenseitigen Kupplungsstrukturen von konischen Köpfen (172,176)
20 gebildet sind, welche zum Kuppeln in die konischen Vertiefungen (156,158)
einführbar sind.

5. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß**
25 die Wellen (158,160) durch elektrische Stellglieder (190,192) gesteuert sind.

6. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch
gekennzeichnet, daß**

(a) eine An- oder Abtriebswelle (102;302;414) mit einem Ritzel (104;304;418)
30 sich zentral durch die Kammer (32;252;352) erstreckt und

(b) der Rotationskolben (60;276;382) einen im Querschnitt länglicher Durchbruch (106;300;416) aufweist, dessen längere Achse senkrecht zu der Mittelebene des Rotationskolbens (60;276;382) liegt, und

(c) der Durchbruch (104;304;418) eine Innenverzahnung aufweist, die mit dem Ritzel (104;304;418) in Eingriff ist.

7. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 5 und 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die elektrischen Stellglieder von Sensormitteln gesteuert sind, welche auf die Drehbewegung der An- oder Abtriebswelle (102;302;414) ansprechen.

8. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß**

(a) die Innenverzahnung beiderseits der längeren Achse des Durchbruchs (104;304;418) gegenüberliegende konkave Zahnleisten (108, 110; 306, 308; 420, 422) aufweist und

(b) die Innenverzahnung weiterhin an den Enden des Durchbruchs (104;304;418) nicht-konkave Endverzahnungen (116, 118, 310, 312) aufweist.

9. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Endverzahnungen (108, 110; 306, 308; 420, 422) lineare Zahnleisten sind.

10. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Endverzahnungen (108, 110; 306, 308; 420, 422) konvexe Zahnleisten sind.

11. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Querschnitt des Rotationskolbens (60;276;382) ebenfalls ein Oval ist, das alternierend aus Kreisbögen mit dem ersten Krümmungsradius und Kreisbögen mit dem zweiten Krümmungsradius zusammengesetzt ist, die stetig

und differenzierbar ineinander übergehen, wobei entsprechende erste und zweite zylindrische Mantelabschnitte gebildet werden.

5 12. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß

(a) in den besagten, diametral gegenüberliegenden zylindrischen Mantelabschnitten des Rotationskolbens (60;276;382) Längsnuten (204) gebildet sind, in denen Dichtleisten (120) zur Abdichtung zwischen den Arbeitsräumen (z.B. 78,80) sitzen, welche an die Innenfläche der Kammer (32;252;352) anlegbar sind, und

10 (b) die Längsnuten (204) über eine von der Druckdifferenz zwischen den Arbeitsräumen (78,80) gesteuerte Ventilanordnung (206) bei Auftreten einer großen Druckdifferenz mit dem Arbeitsraum höheren Druckes verbindbar sind.

13. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß

20 (a) die Ventilanordnung (206) eine in dem Rotationskolben (60) zwischen den an den Rotationskolben (60) angrenzenden Arbeitsräumen (78,80) vorgesehene Bohrung (208) aufweist,

25 (b) die Bohrung (208) an beiden Enden durch hülsenförmige Abschlußstücke (218,220) mit Verbindungsbohrungen von den Arbeitsräumen getrennt ist,

30 (c) in der Bohrung (208) ein Schieber (212) geführt ist, der auf beiden Seiten mit Abschnitten (214,216) verminderten Durchmessers versehen ist, wobei in Endstellungen des Schiebers (212) jeweils ein Abschnitt (214,216) verminderten Durchmessers in die Verbindungsbohrung des benachbarten Abschlußstücks (218,220) eingreift.

14. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** Dichtleisten (120) ein an den Krümmungsradius eines der zylindrischen Innenwandabschnitte angepaßtes, konvexes Profil aufweisen.

15. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß**

(a) in den beiden diametral gegenüberliegenden zylindrischen Mantelabschnitten Paare von parallelen Nuten und Dichtleisten (120) vorgesehen sind,

(b) eine Dichtleiste jedes Paares ein konvexes Profil mit dem ersten Krümmungsradius und die andere Dichtleiste jedes Paares ein konvexes Profil mit dem zweiten Krümmungsradius aufweist.

16. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Dichtleisten (120) in Längsrichtung in Streifen (130,132,134) unterteilt sind, wobei der Krümmungsradius in wenigstens einen Streifen (130,134) dem kleineren Krümmungsradius der ersten Innenwandabschnitte und in wenigstens einem Streifen (132) dem größeren Krümmungsradius der zweiten Innenwandabschnitte entspricht.

17. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Dichtleisten jeweils in zwei äußeren Streifen (130,134) den kleineren und in einem dazwischenliegenden inneren Streifen (134) den größeren Krümmungsradius aufweisen.

18. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß**

(a) die Kammer der Rotationskolbenmaschine im Querschnitt ein Oval von der ungeraden Ordnung $(2n+1) > 3$ ist und

(b) der Rotationskolben im Querschnitt ein Oval von der geraden Ordnung $2n$, insbesondere ein Quatro-Oval oder ein Sext-Oval ist, wobei

5 (c) der Rotationskolben zwei diametral gegenüberliegende Hauptscheitel mit den beiden diametral gegenüberliegenden zylindrischen Mantelflächen aufweist und die kolbenseitigen möglichen momentanen Drehachsen auf der die Hauptscheitel verbindenden Mittelebene liegen.

10 19. Rotationskolbenmaschine, enthaltend:

(a) ein Gehäuse mit einer prismatischen Kammer, deren Querschnitt ein Oval ungerader Ordnung bildet, das alternierend aus Kreisbögen mit einem ersten, kleineren Krümmungsradius und Kreisbögen mit einem zweiten, größeren
15 Krümmungsradius zusammengesetzt ist, die stetig und differenzierbar ineinander übergehen, wobei entsprechende erste und zweite zylindrische Innenwandabschnitte gebildet werden,

(b) einen prismatischen Rotationskolben, an dem diametral gegenüberliegend
20 zylindrische Mantelabschnitte mit dem ersten Krümmungsradius gebildet sind, von denen jeweils einer in einem ersten zylindrischen Innenwandabschnitt drehbar ist und der andere an einem gegenüberliegenden Innenwandabschnitt anliegt, so daß der Rotationskolben die Kammer in jeder Stellung in zwei Arbeitsräume unterteilt, deren Volumina sich bei
25 fortschreitender Rotation des Rotationskolbens abwechselnd vergrößern und verkleinern, wobei die zylindrischen Mantelabschnitte eine Mittelebene definieren, in welcher längs der Zylinderachsen der zylindrischen Mantelabschnitte verlaufende kolbenfeste momentane Drehachsen der Kolben definiert sind,

30 (c) Mittel zum zyklischen Einleiten und Ablassen von Antriebsmedium in die bzw. aus den Arbeitsräumen zum Antrieb des Rotationskolbens, wobei der

Rotationskolben sich in jedem Bewegungsabschnitt mit einem ersten der diametral gegenüberliegenden Mantelabschnitte in einem ersten Innenwandabschnitt um eine zugeordnete momentane Drehachse dreht, die längs der Zylinderachse des ersten Innenwandabschnitts verläuft, und mit dem zweiten der diametral gegenüberliegenden Mantelabschnitte an dem gegenüberliegenden zweiten Innenwandabschnitt der Kammer entlang in den daran in Drehrichtung anschließenden ersten Innenwandabschnitt der Kammer gleitet und dort in eine Anschlagposition gelangt; und die momentane Drehachse anschließend für den nächsten Bewegungsabschnitt eine durch den besagten anschließenden Innenwandabschnitt definierte, der anderen kolbenfesten Drehachse entsprechende geänderte Position springt, und

(d) Mittel zum Kuppeln einer Welle mit dem Rotationskolben,

dadurch gekennzeichnet daß

(e) die Kammer der Rotationskolbenmaschine im Querschnitt ein Oval von der ungeraden Ordnung $(2n+1) > 3$ ist und

(f) der Rotationskolben im Querschnitt ein Oval von der geraden Ordnung $2n$, insbesondere ein Quatro-Oval oder ein Sext-Oval ist, wobei

(g) der Kolben zwei diametral gegenüberliegende Hauptscheitel mit den beiden diametral gegenüberliegenden zylindrischen Mantelflächen aufweist und die kolbenseitigen möglichen momentanen Drehachsen auf der die Hauptscheitel verbindenden Mittelebene liegen.

21. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkammer einen Querschnitt aufweist, der die Form einer Figur gleicher Höhe hat, und der Kolben eine an die Form der Brennkammer

angepasste Form aufweist, bei welcher der Kolben zu der Mittelebene spiegelsymmetrisch ist, wobei die Mittelebene zwei Krümmungszentren der Brennkammer schneidet, die maximalen Abstand zueinander haben und der Mantel des Kolbens in einer Anschlagposition auf der einen Seite der Mittelebene vollständig an der Innenwand des so entstehenden kleineren Teils der Brennkammer anliegt.

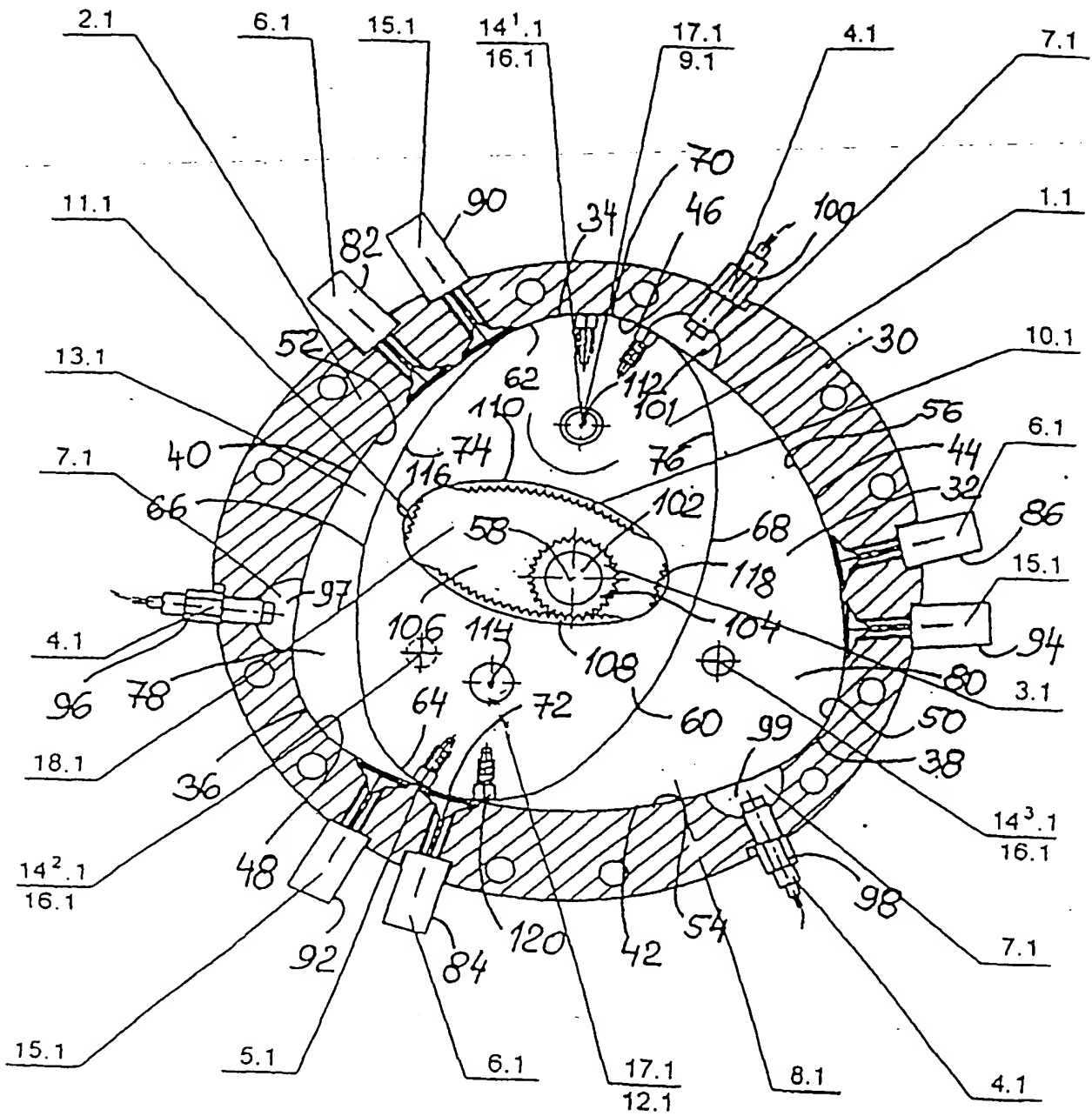


Fig. 1

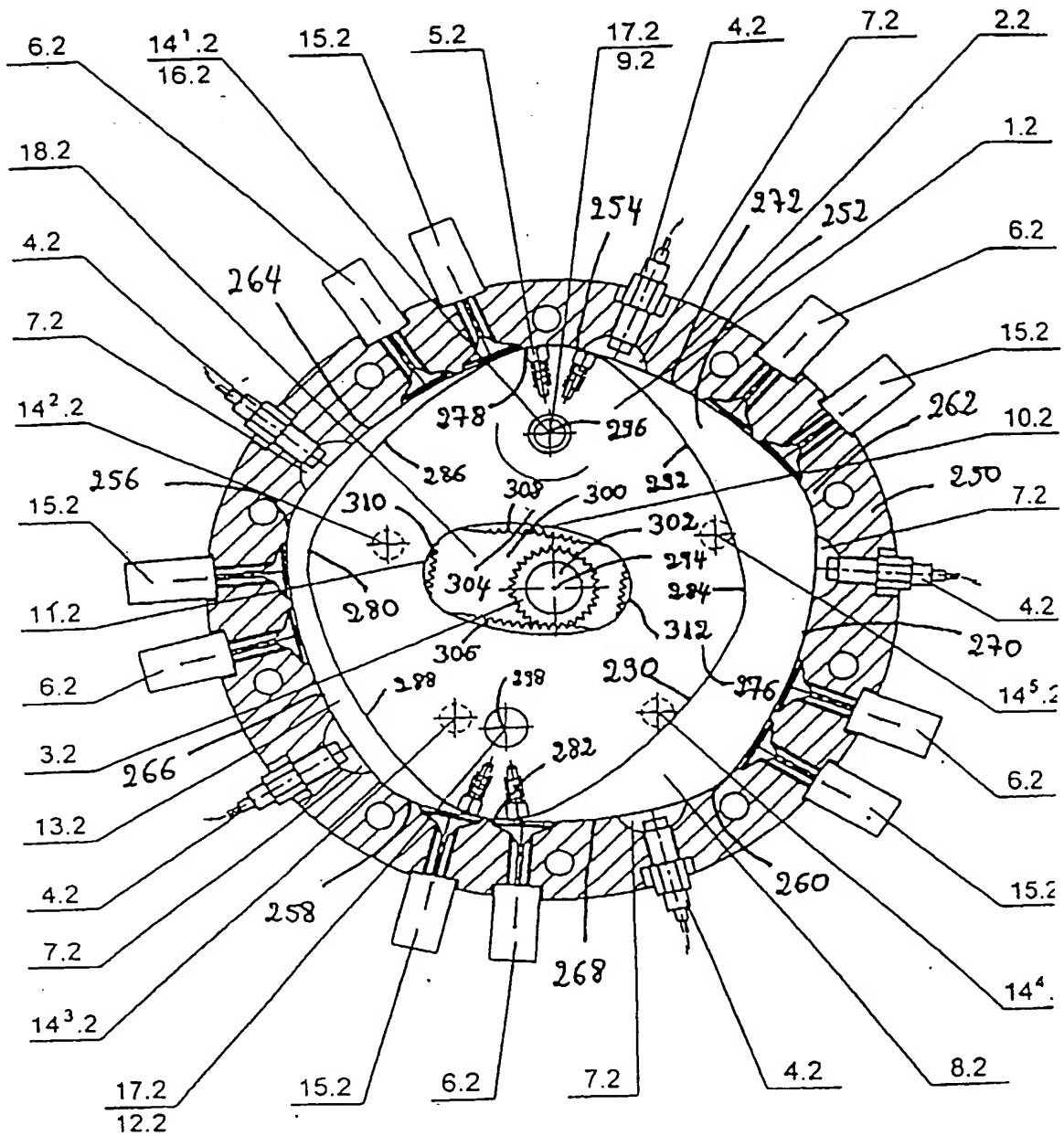


Fig. 2

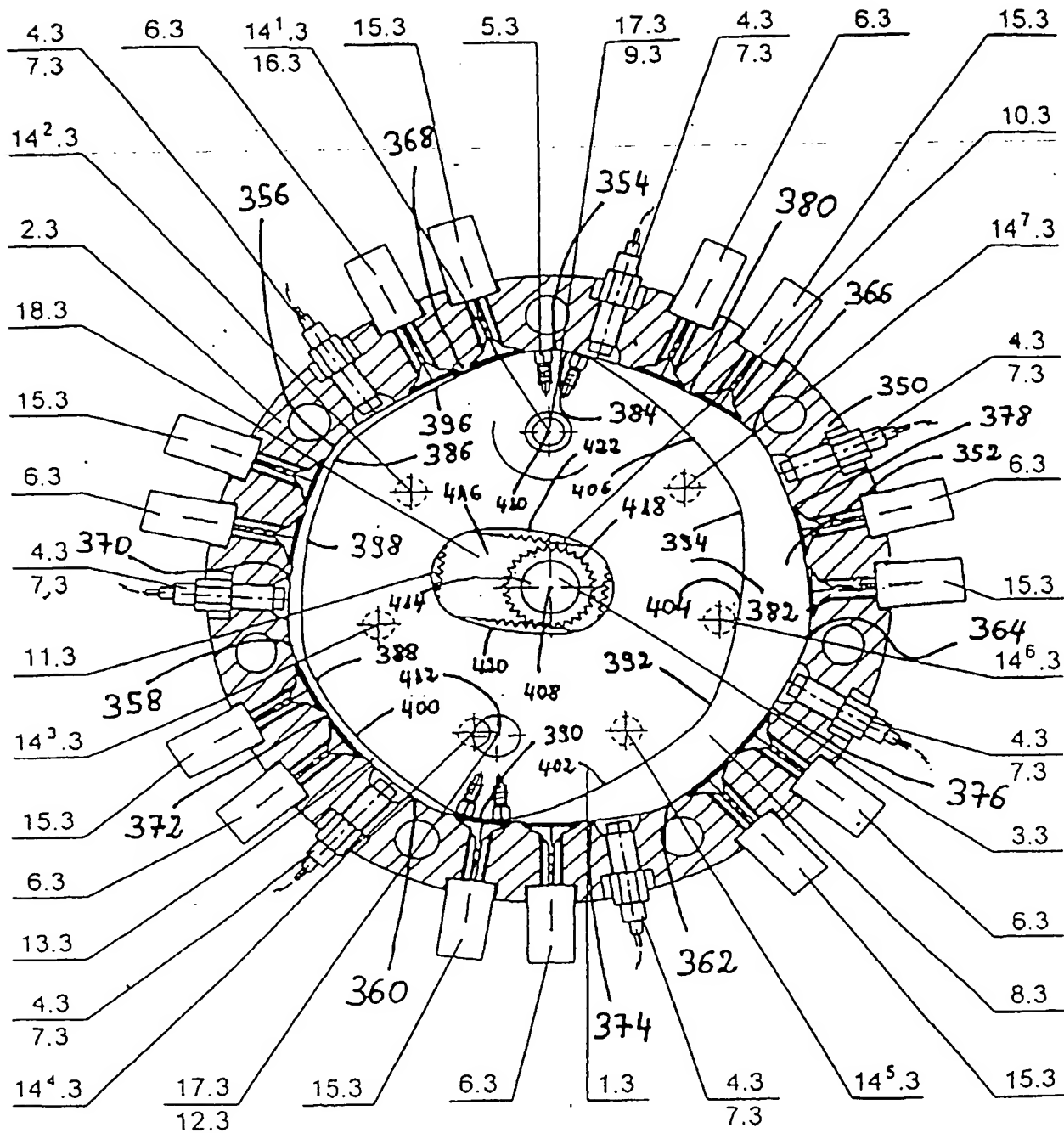


Fig. 3

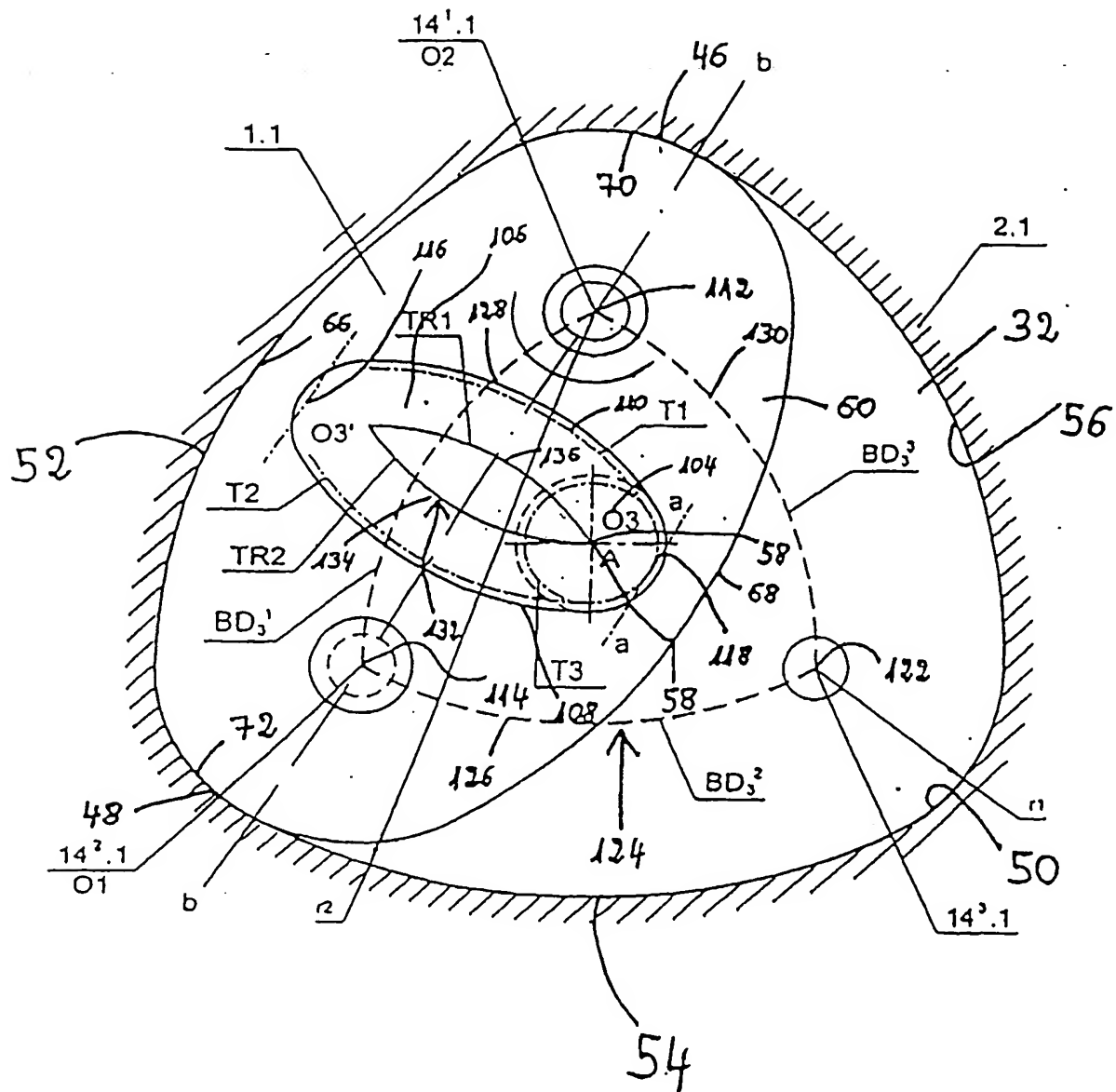


Fig. 4

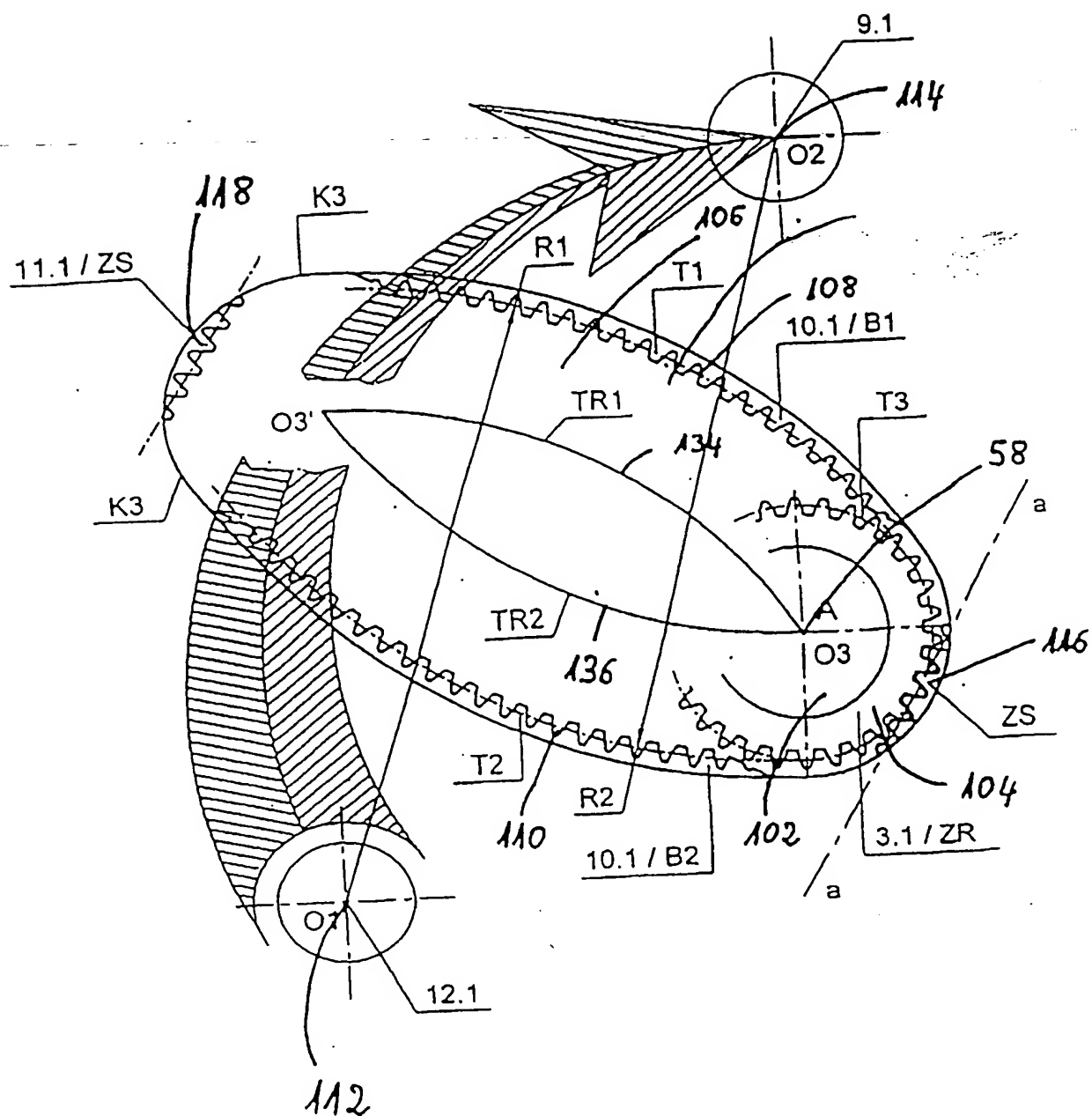


Fig. 5

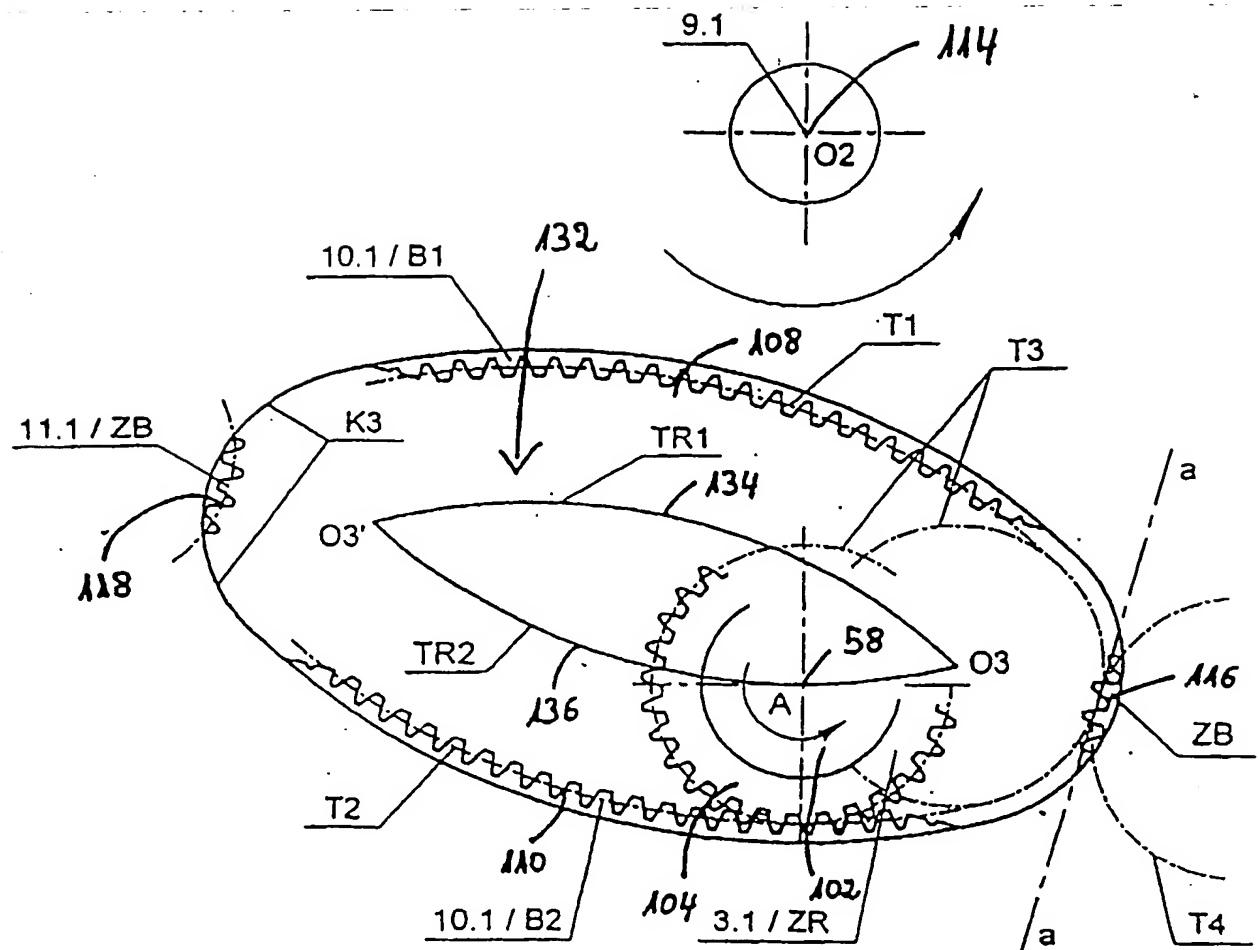


Fig. 6

Abb. 1

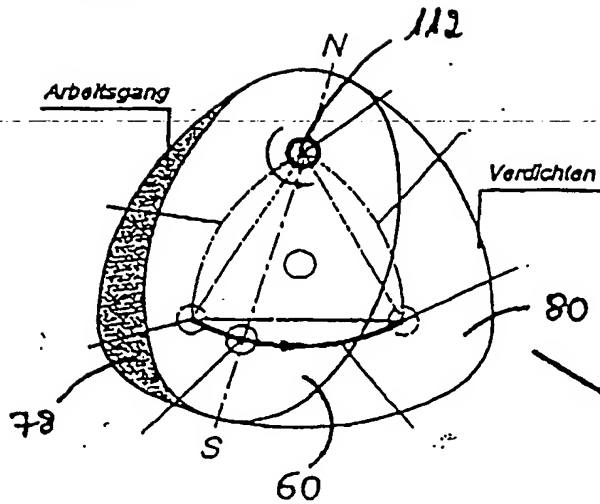


Fig. 7.1

Abb. 2

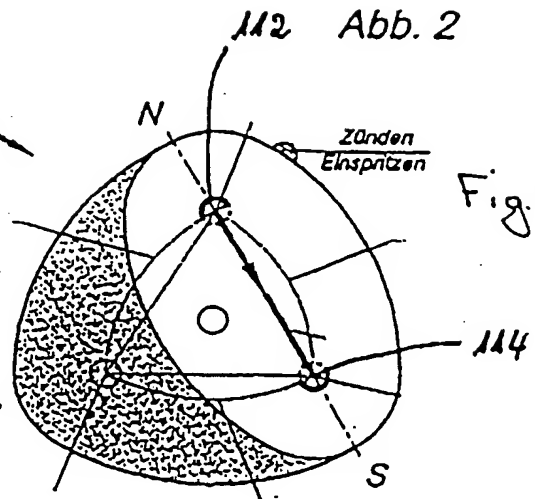


Fig. 7.2

Abb. 3

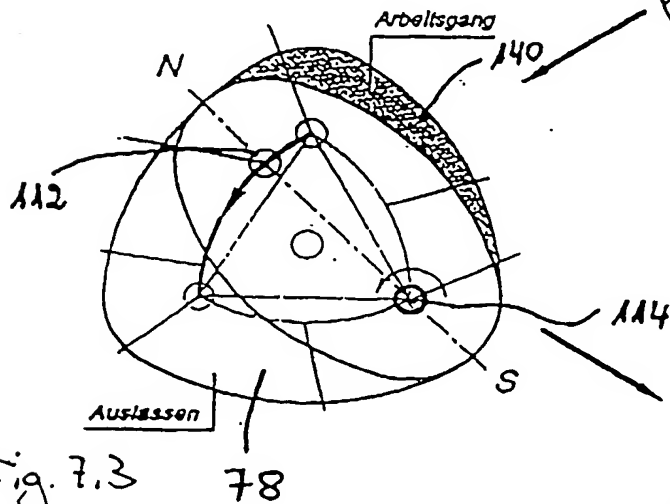


Fig. 7.3

Abb. 4

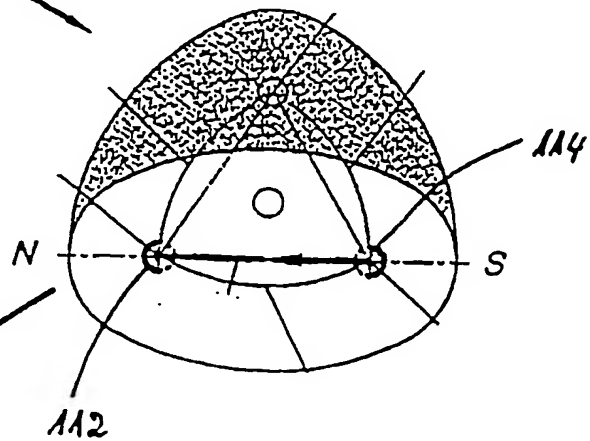


Fig. 7.4.

zur Abb. 5 auf der Fig. 7b

Fig. 7a

Abb. 5

Fig. 7S.

von der Abb. 4 auf der Fig. 7a

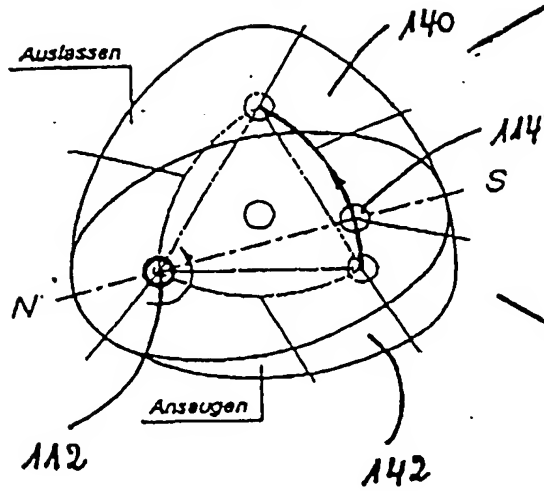


Abb. 6

Fig. 7.6.

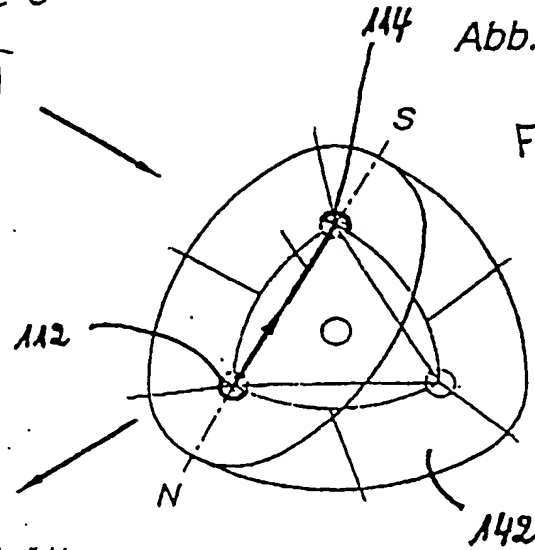


Abb. 7

Fig. 7.7.

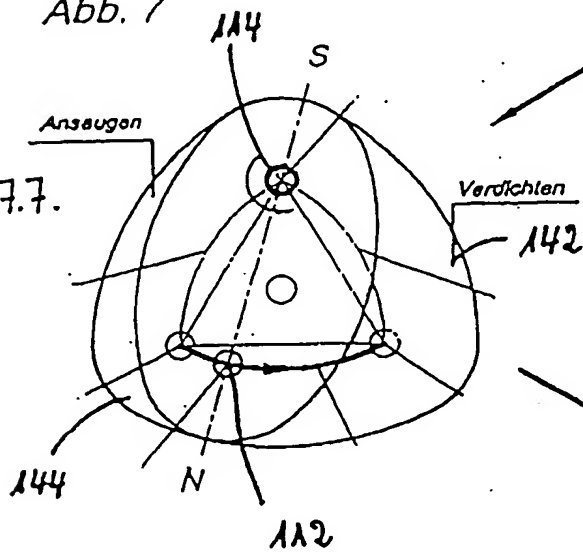
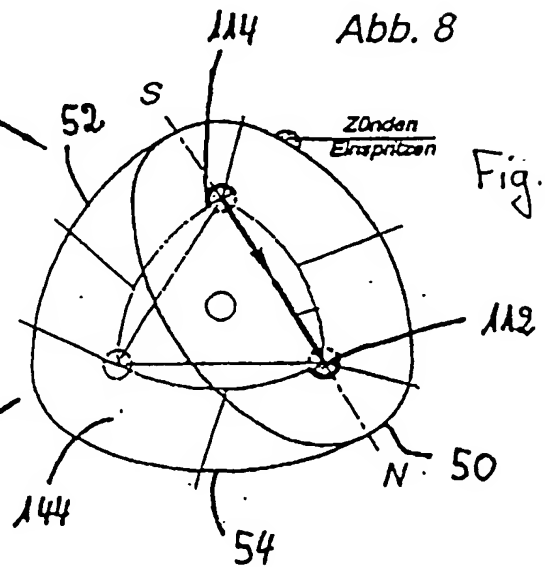


Abb. 8

Fig. 7.8.



zur Abb. 9 auf der Fig. 7c

Fig. 7b

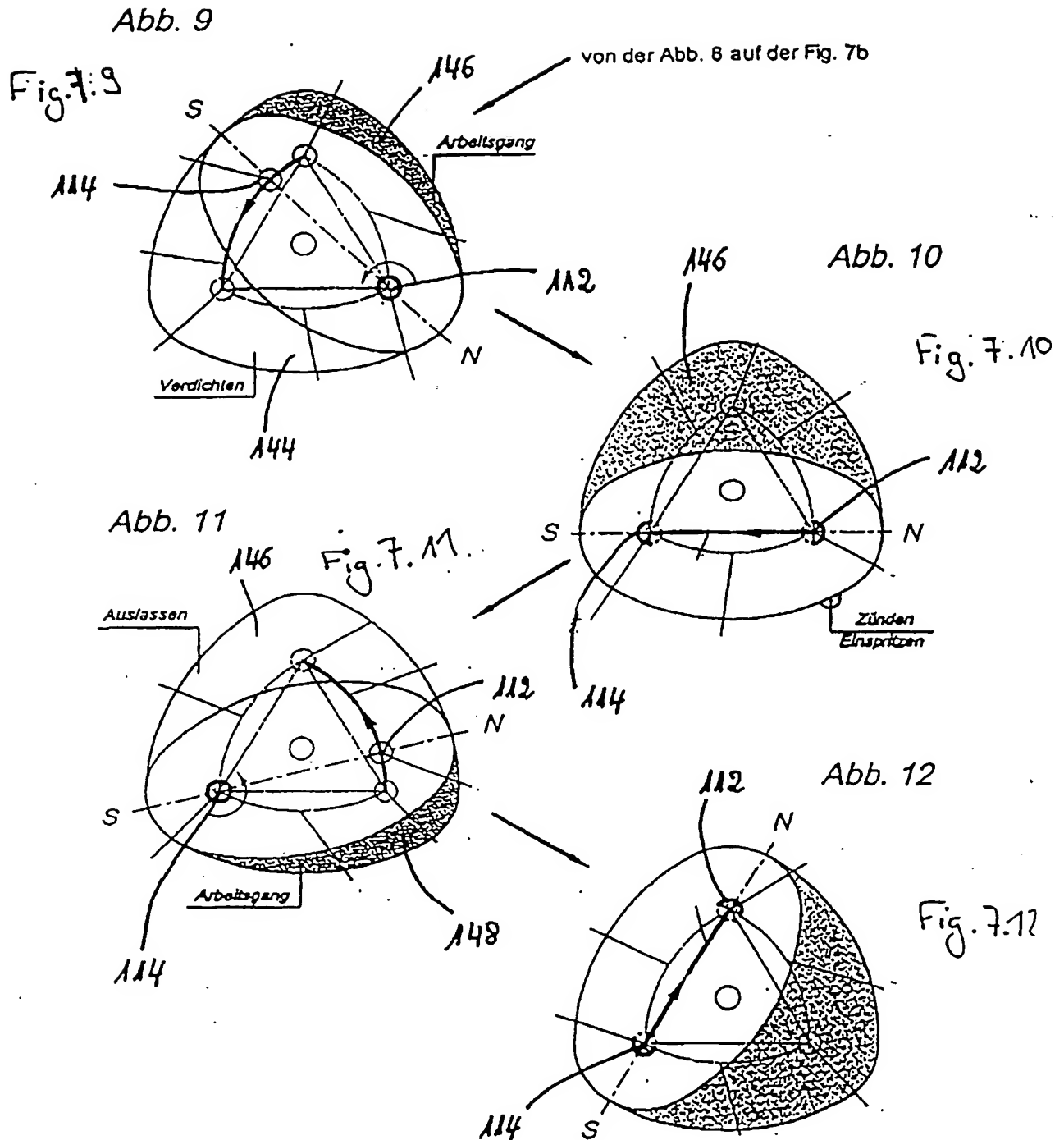


Fig. 7c

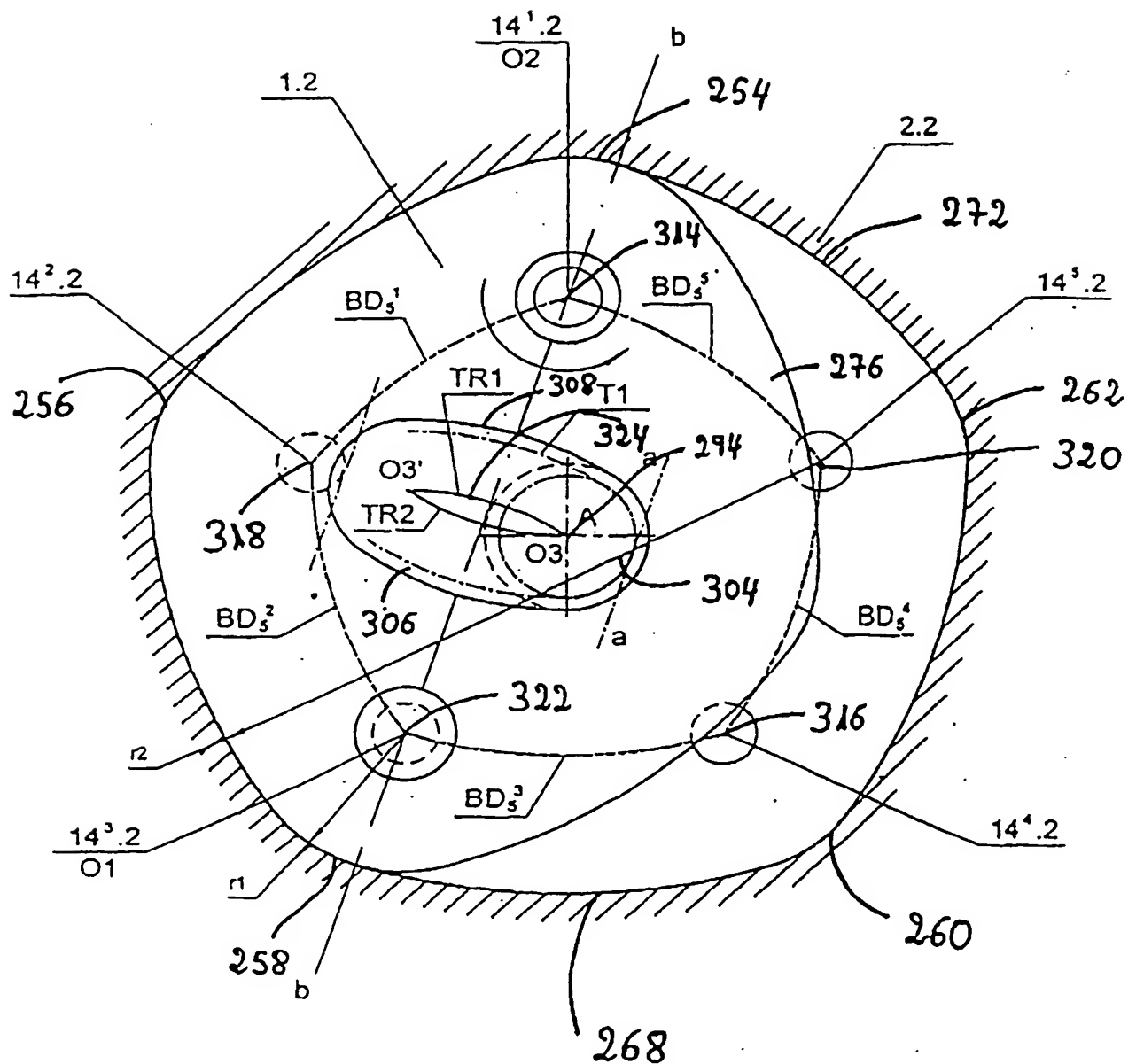


Fig. 8

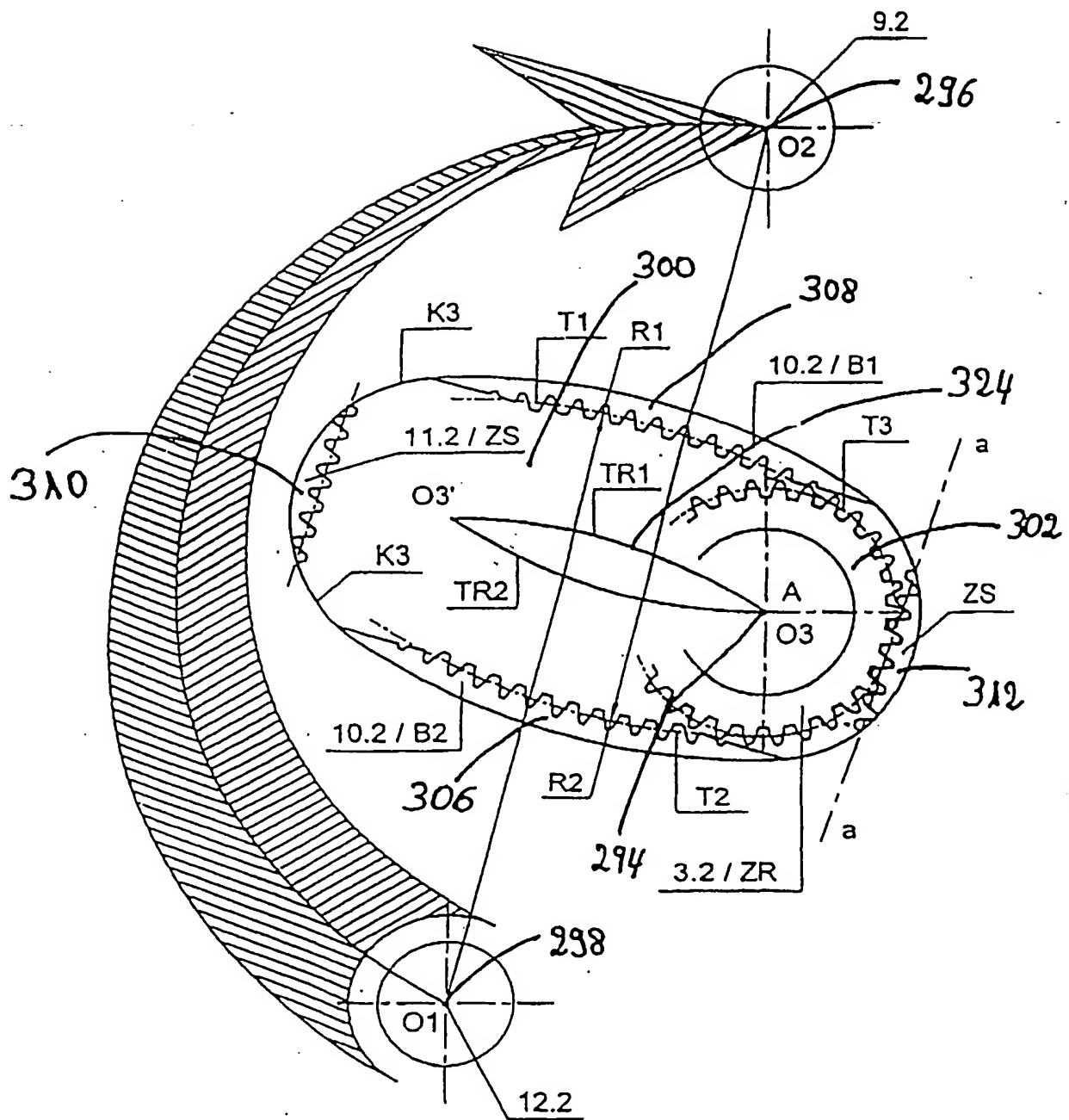


Fig. 9

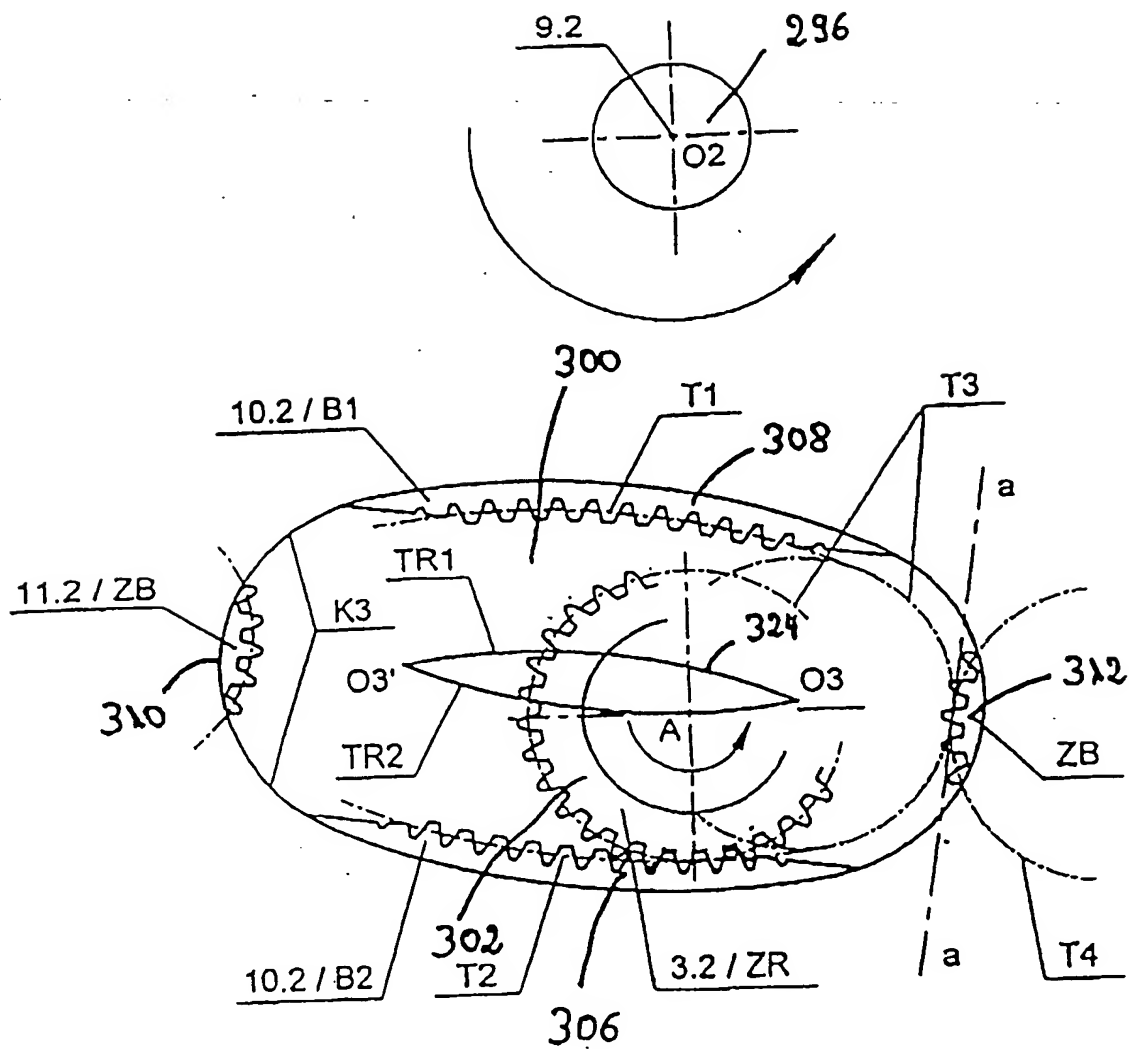


Fig. 10

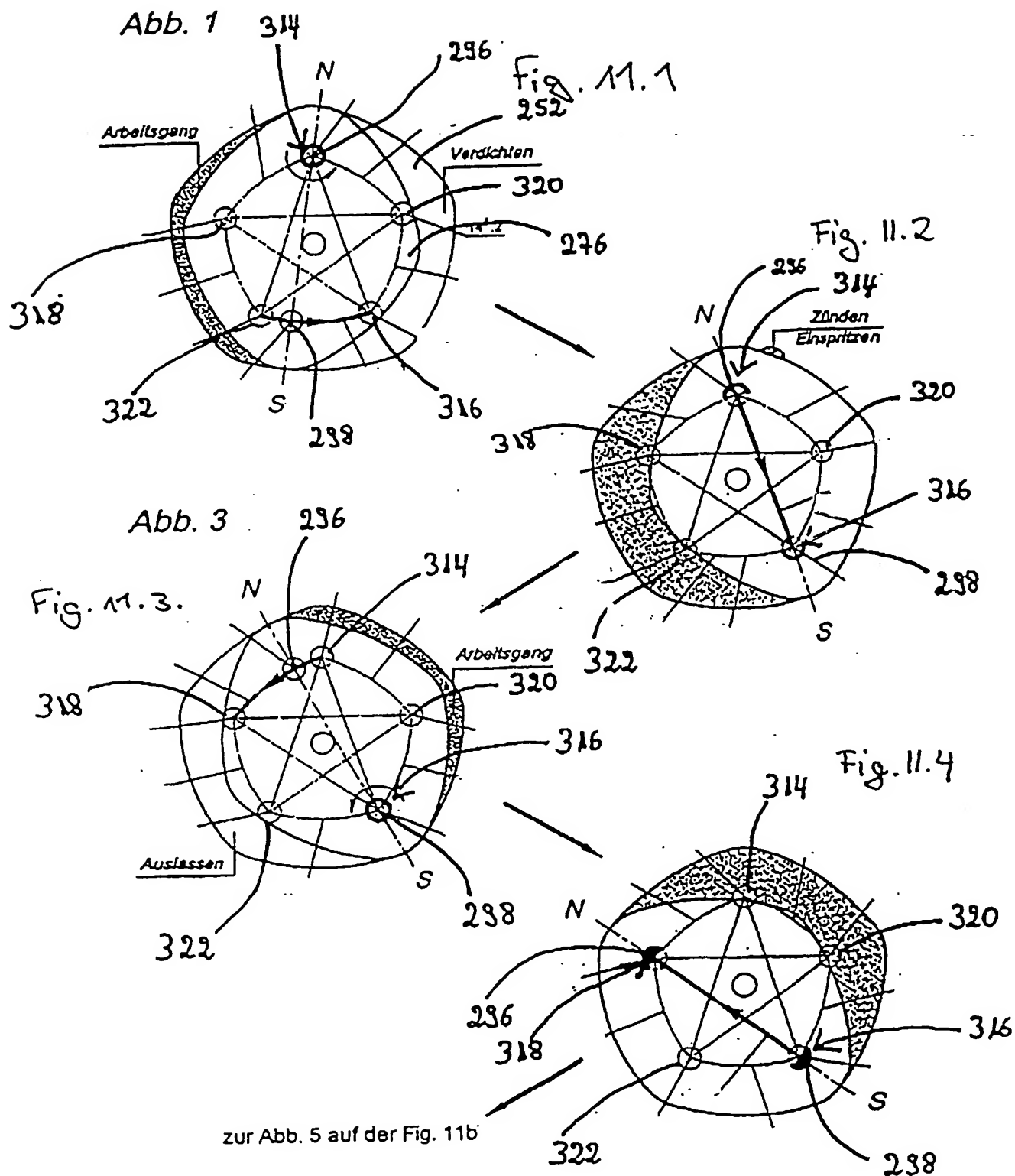


Abb. 5

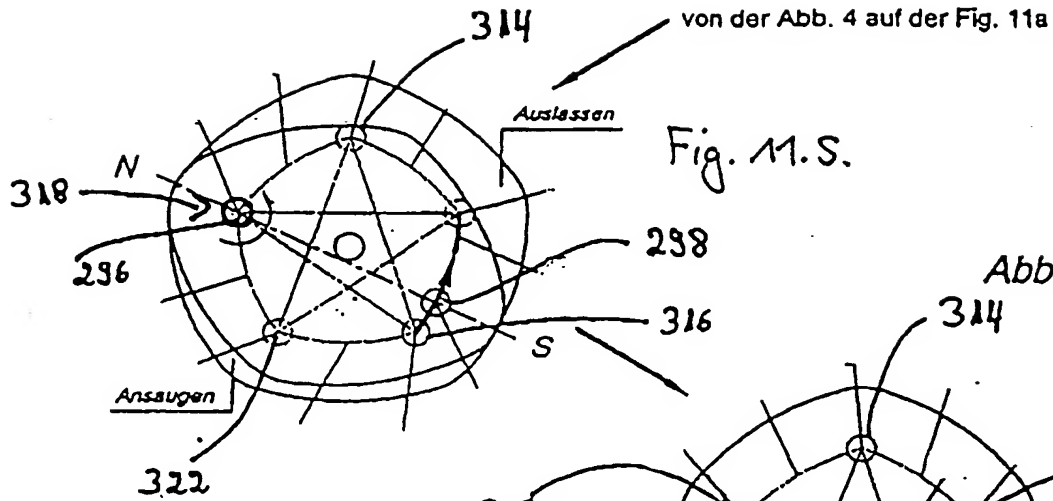


Abb. 6

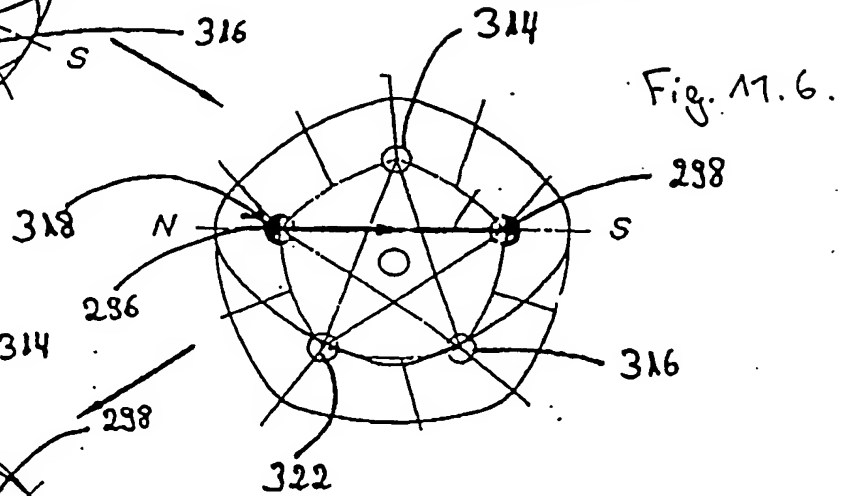


Abb. 7

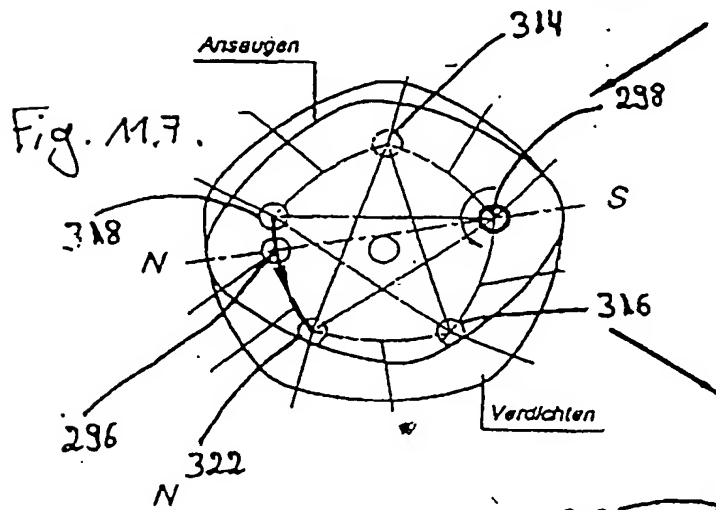
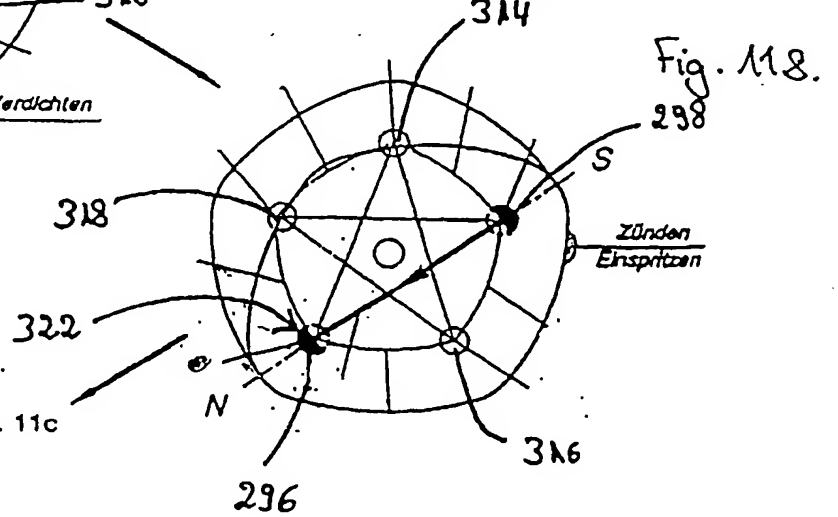
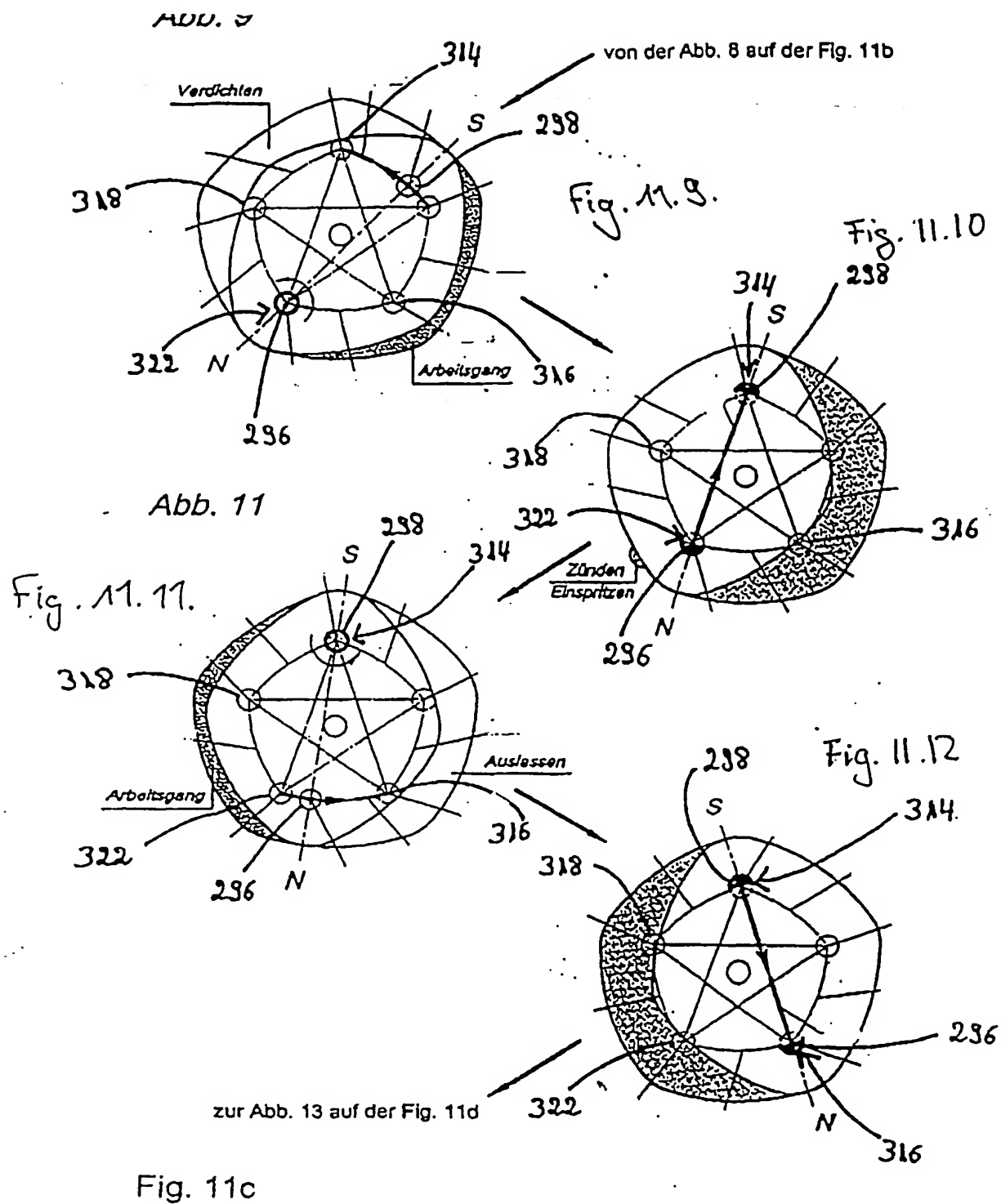


Abb. 8



zur Abb. 8 auf der Fig. 11c

Fig. 11b



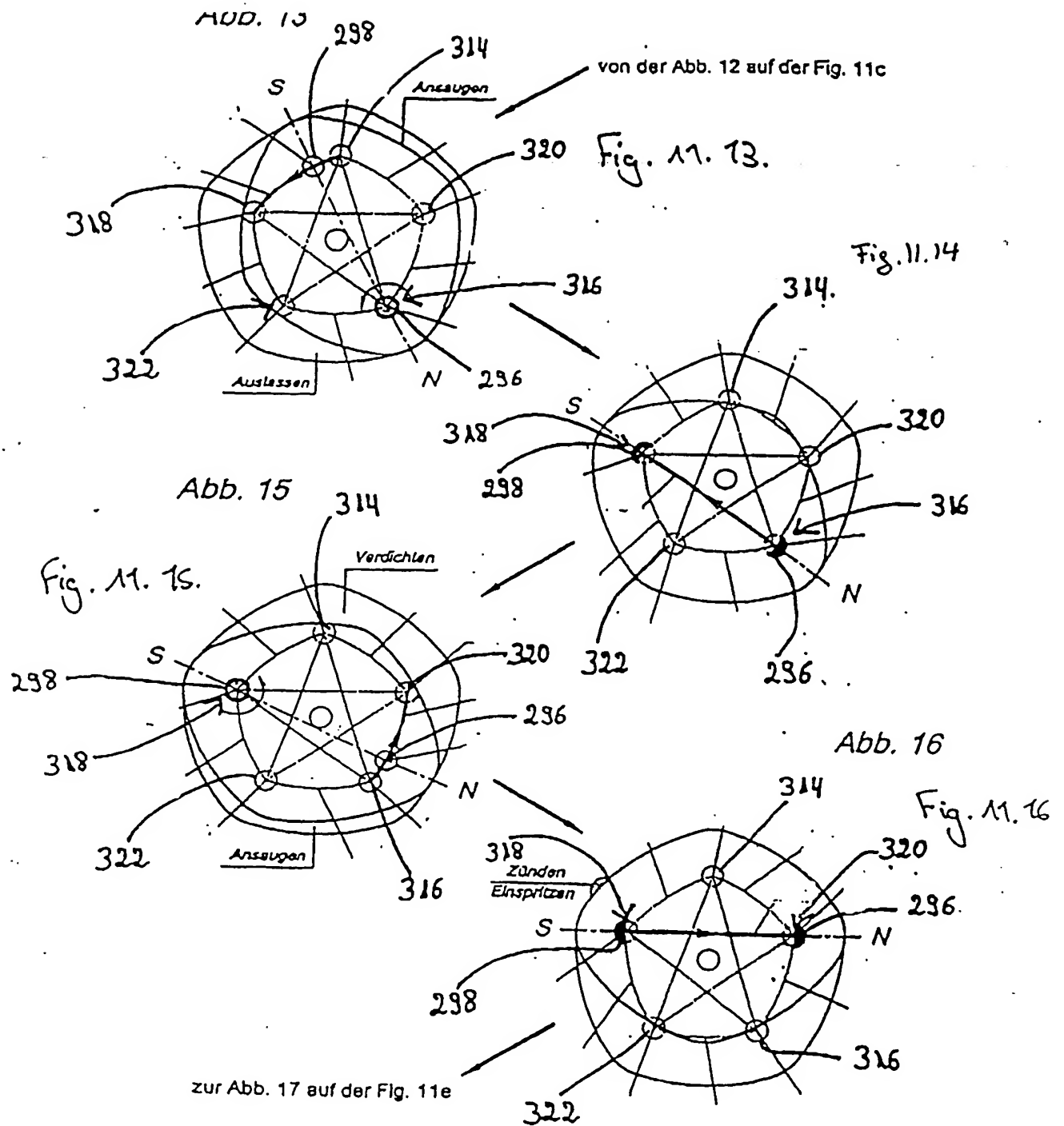


Fig. 11d

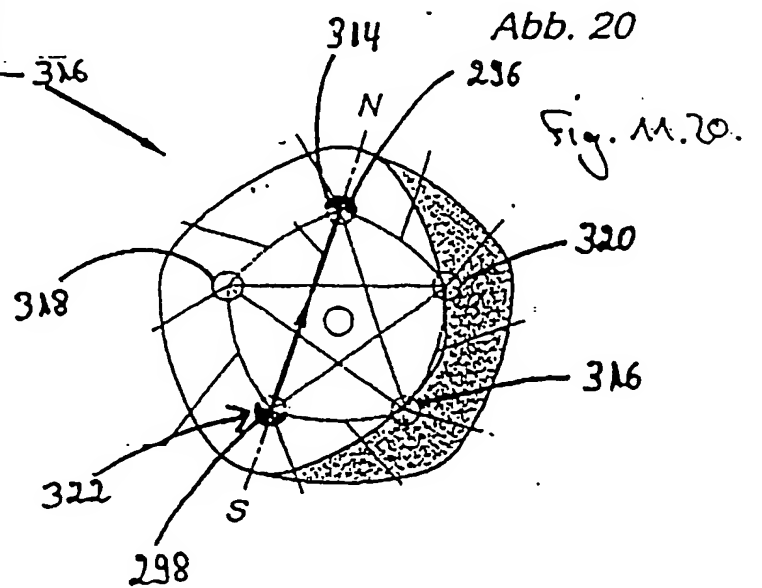
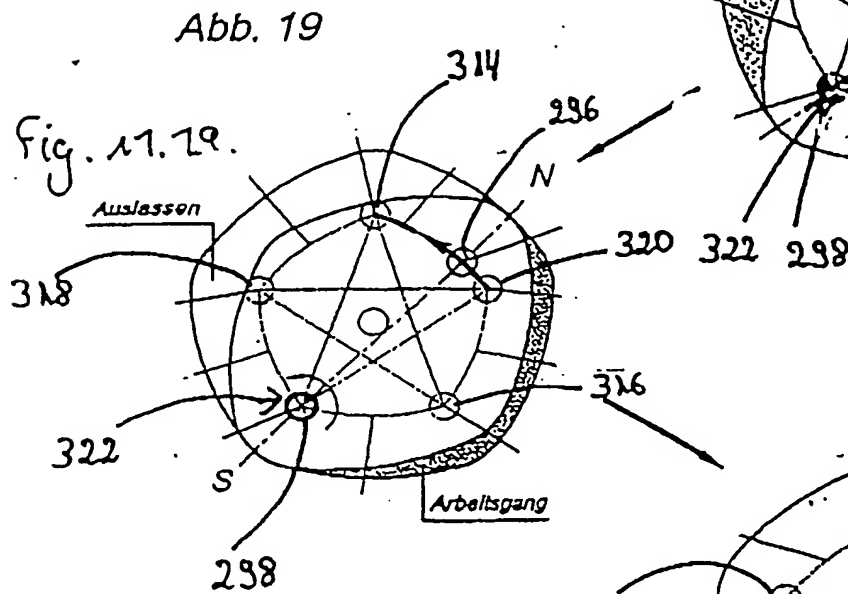
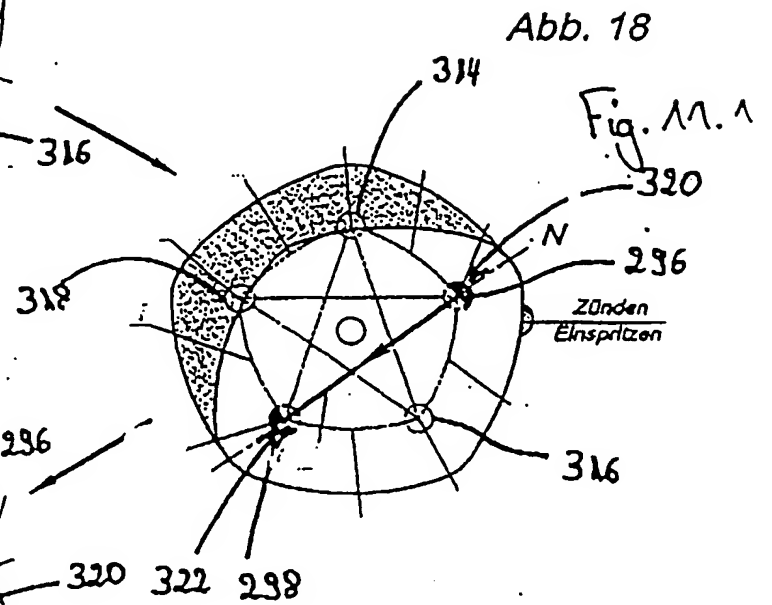
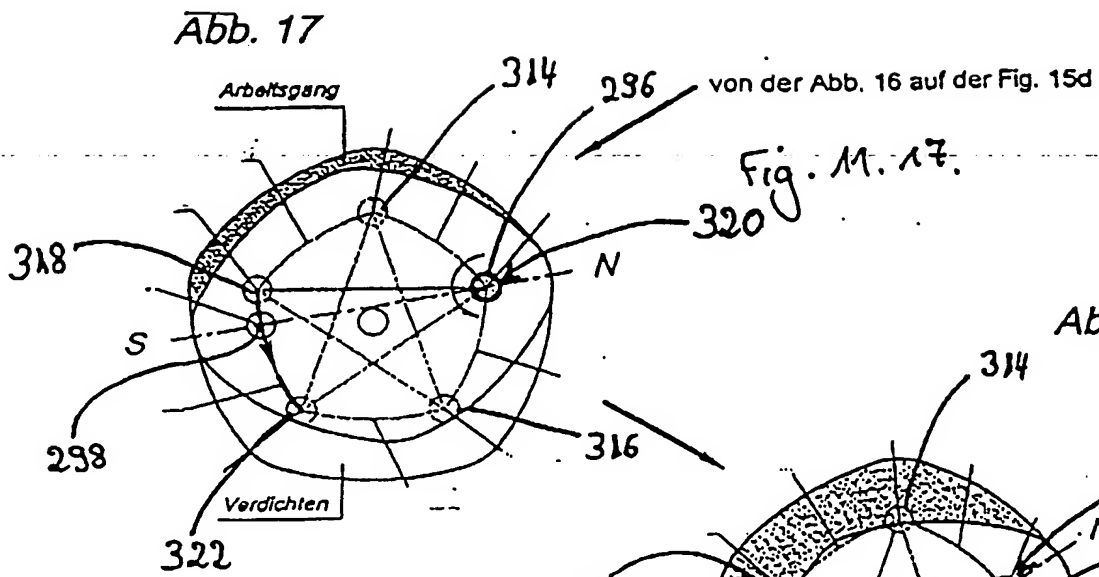


Fig. 11e

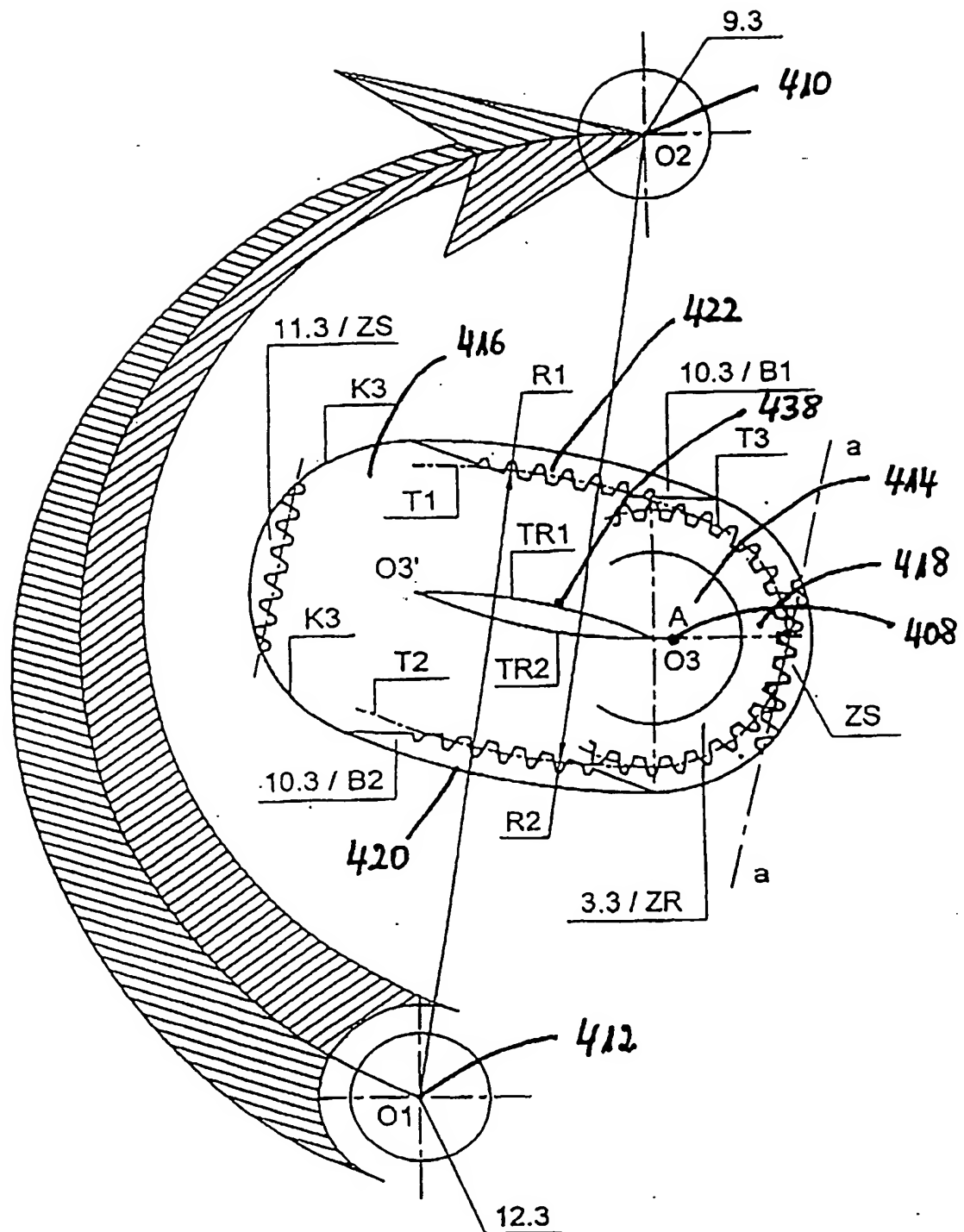
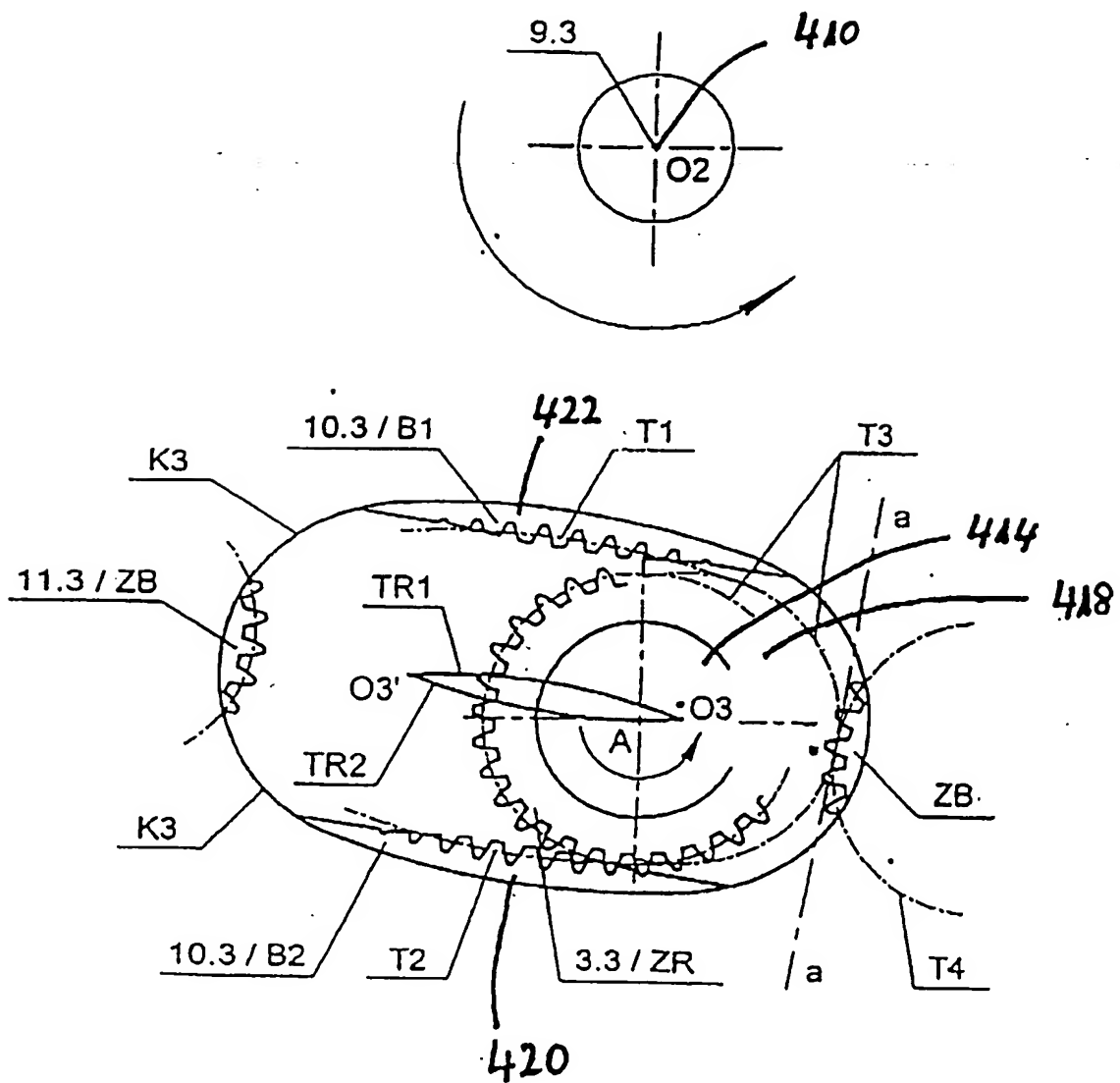
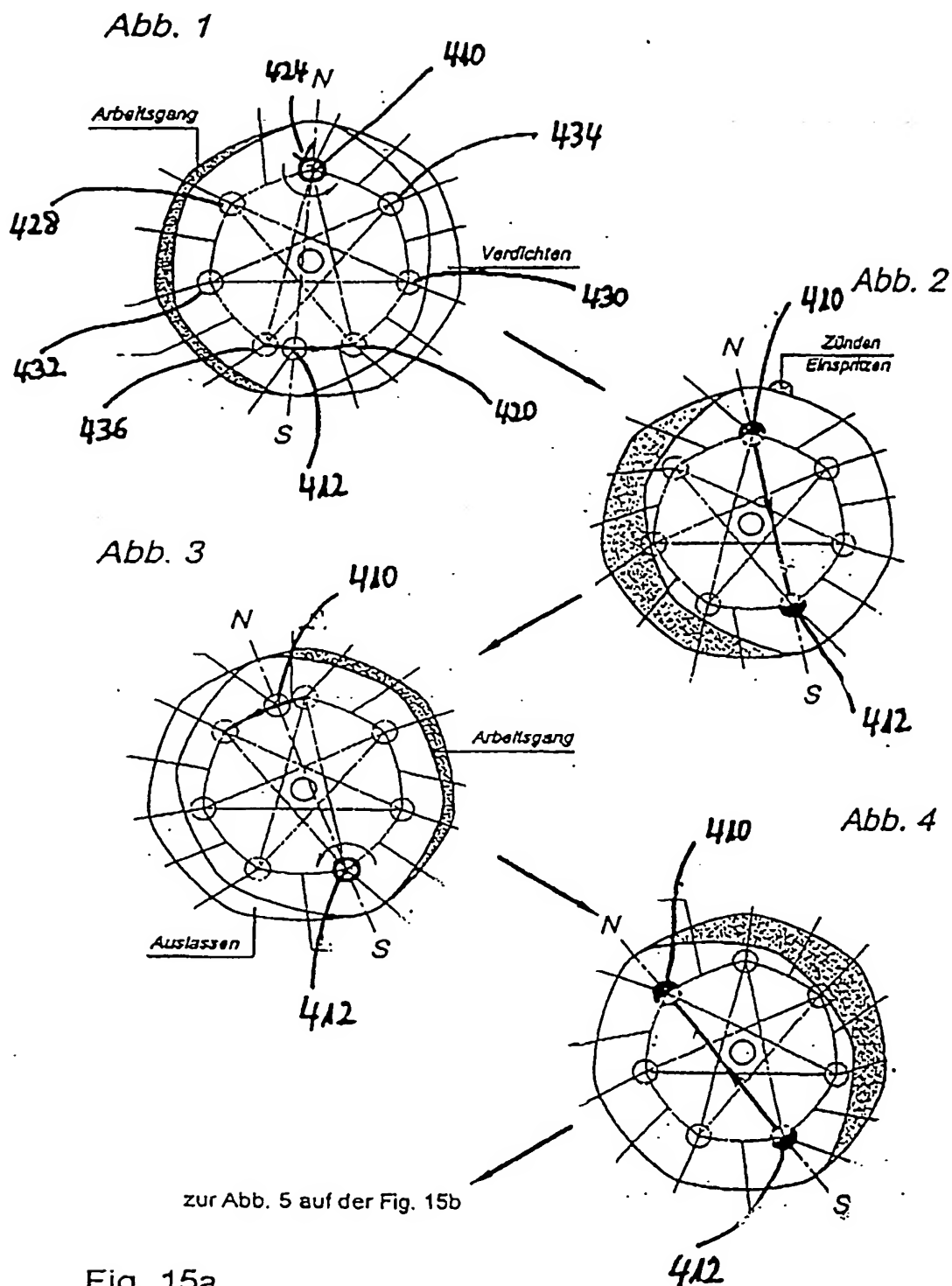


Fig. 13

ig. 14



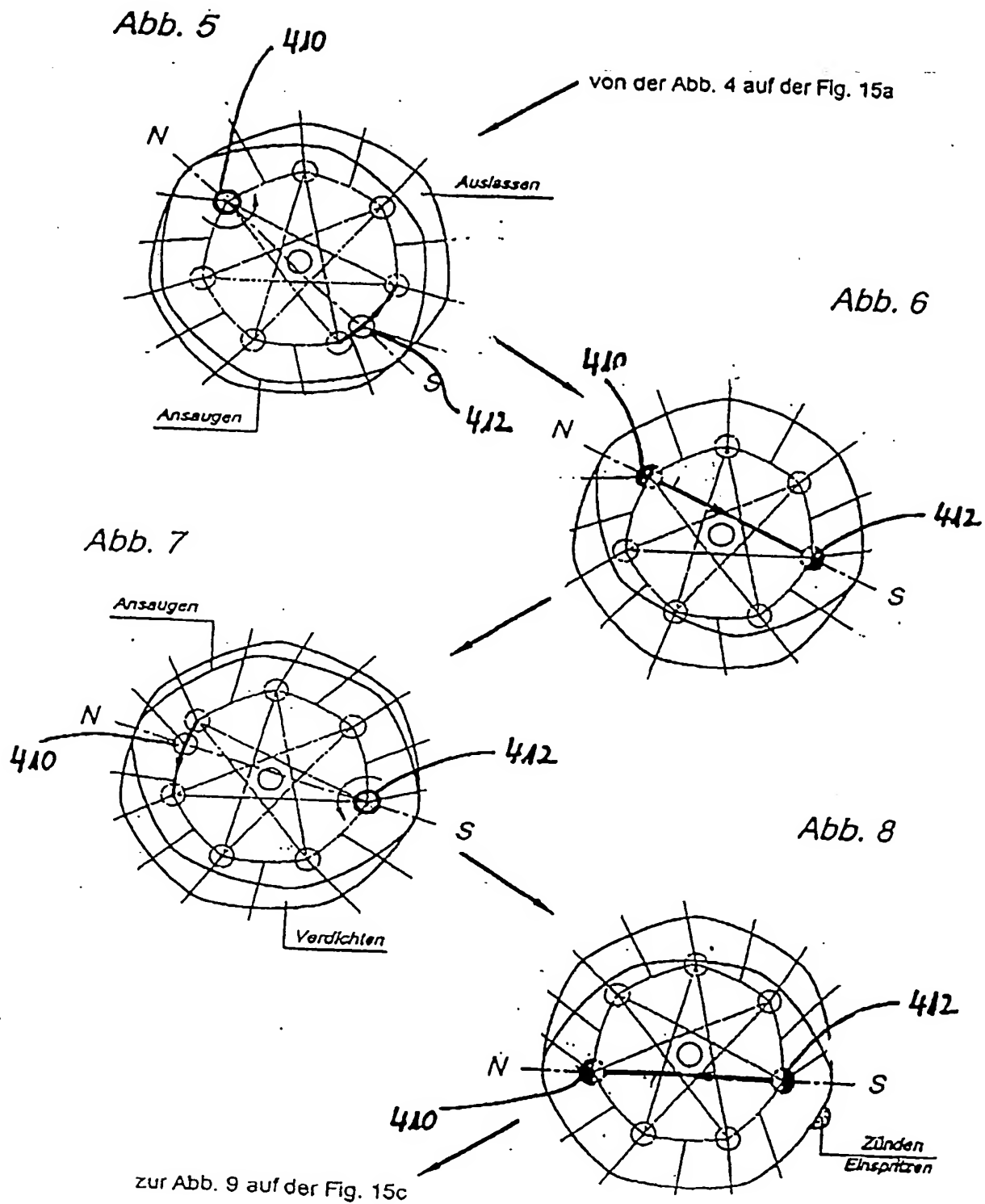


Fig. 15b

Abb. 9

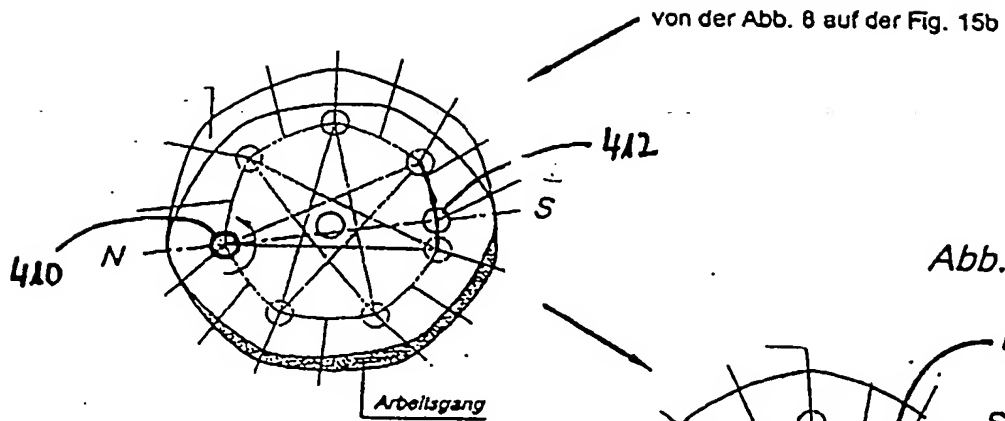


Abb. 10

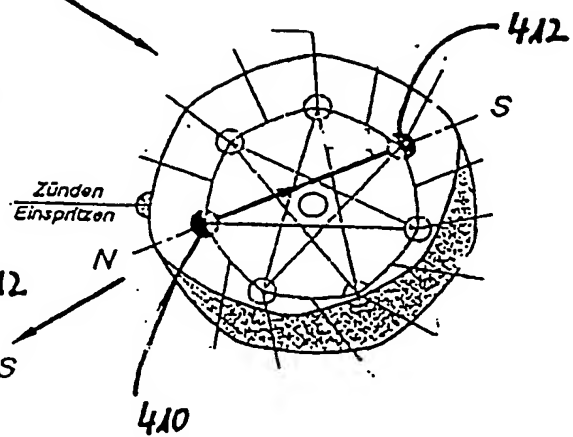


Abb. 11

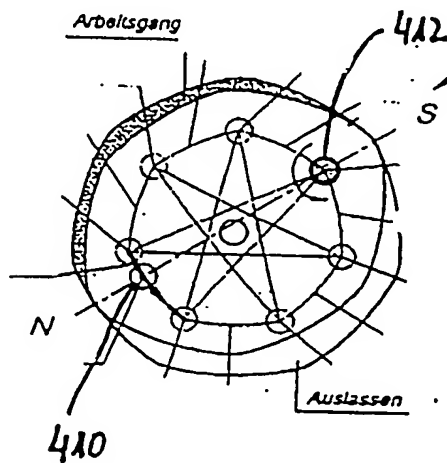
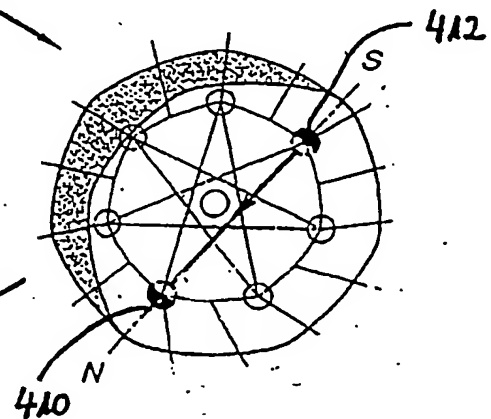


Abb. 12



zur Abb. 13 auf der Fig. 15d

Fig. 15c

Abb. 13

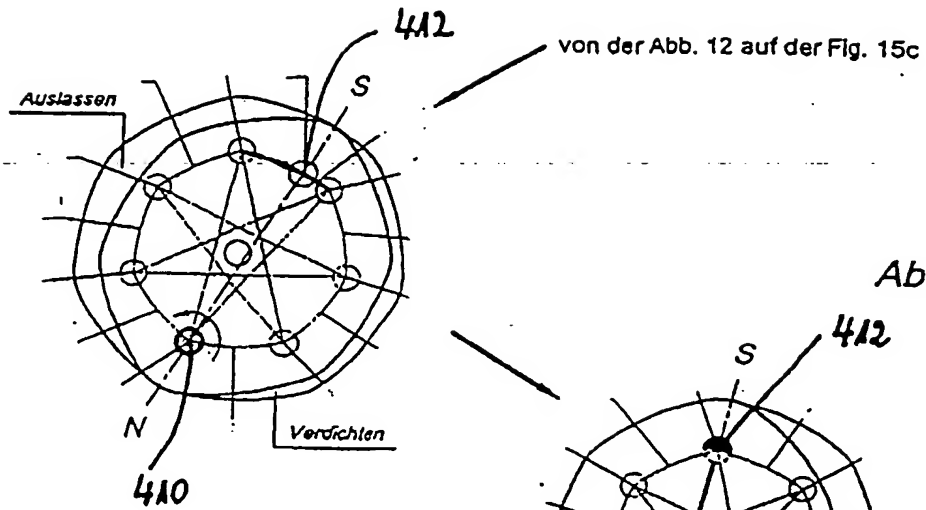


Abb. 14

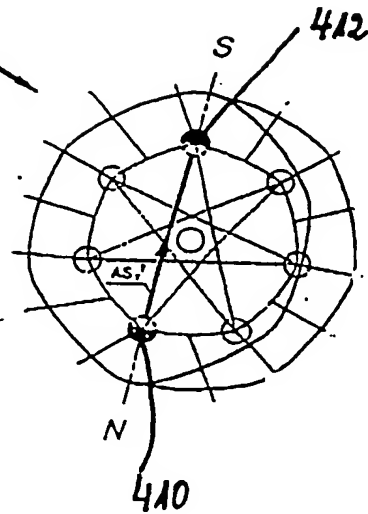


Abb. 15

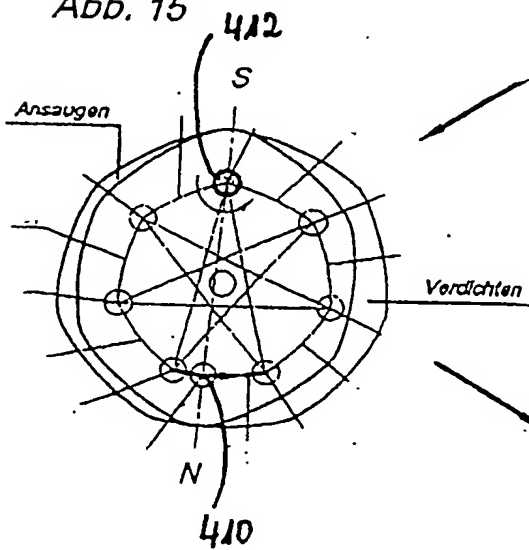
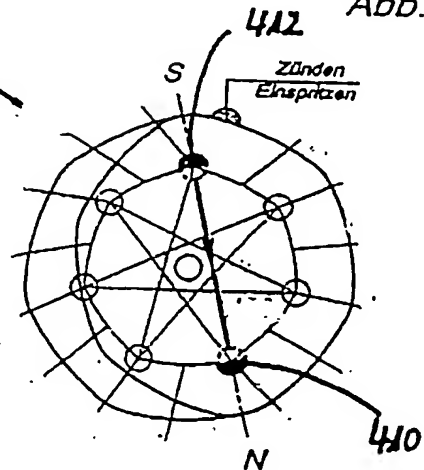


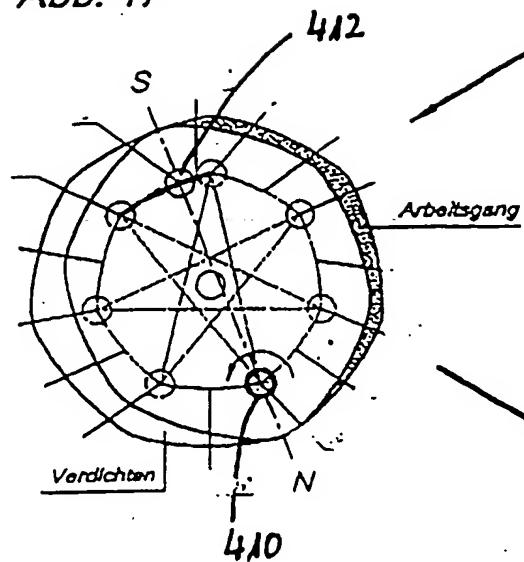
Abb. 16



zur Abb. 17 auf der Fig. 15e

Fig. 15d

Abb. 17



von der Abb. 16 auf der Fig. 15d

Abb. 18

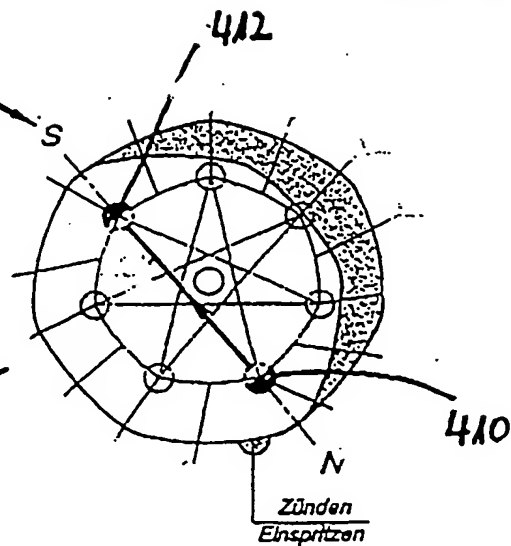


Abb. 19

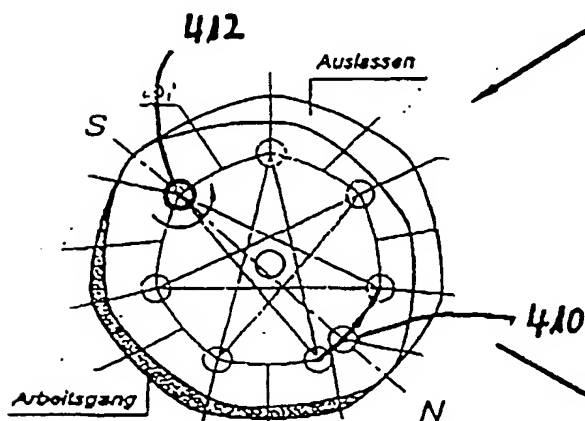
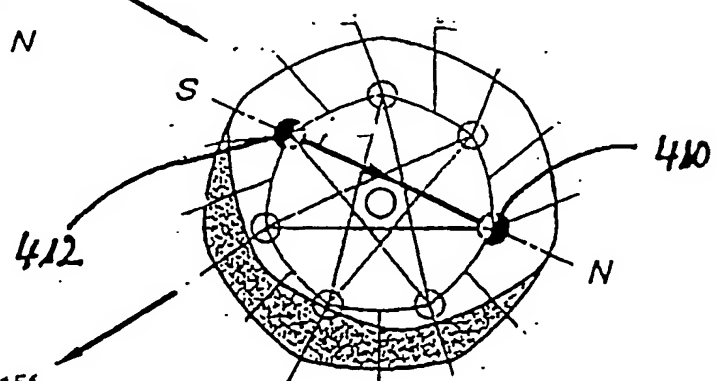


Abb. 20



zur Abb. 21 auf der Fig. 15f

Fig. 15e

Abb. 21

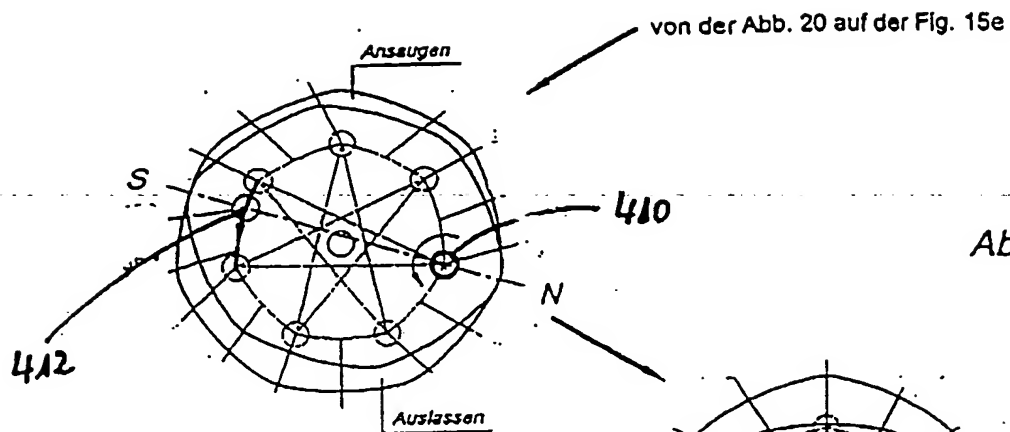


Abb. 22

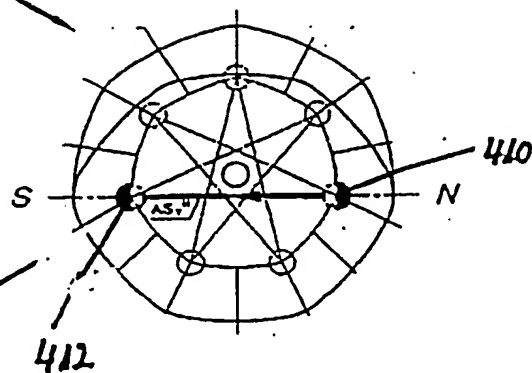


Abb. 23

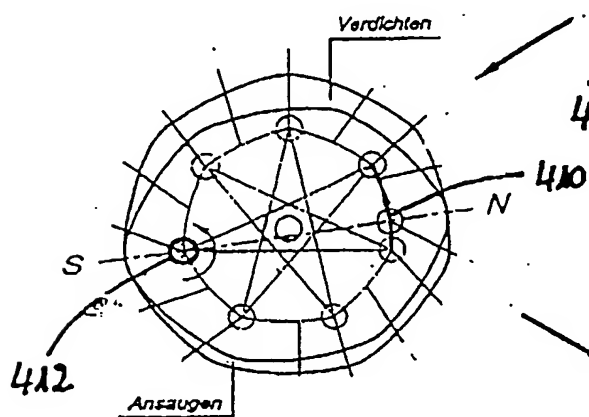
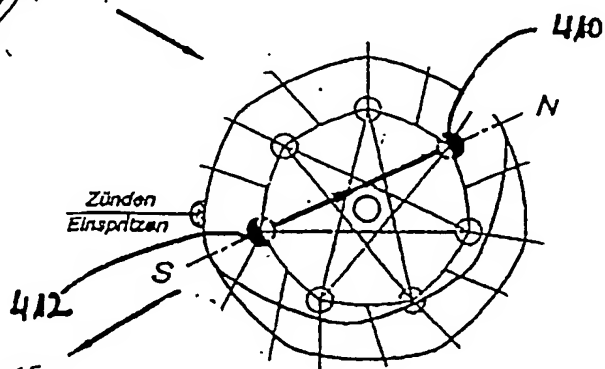


Abb. 24



zur Abb. 25 auf der Fig. 15g

Fig. 15f

Abb. 25

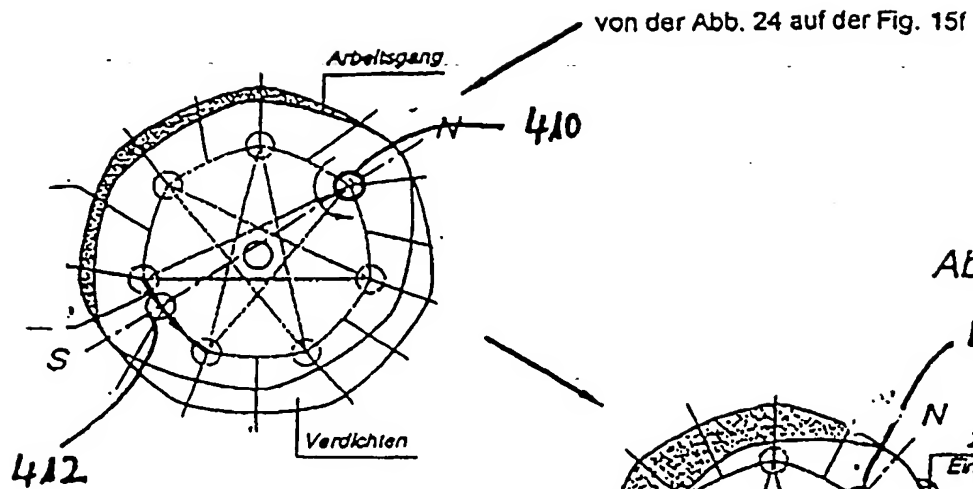


Abb. 26

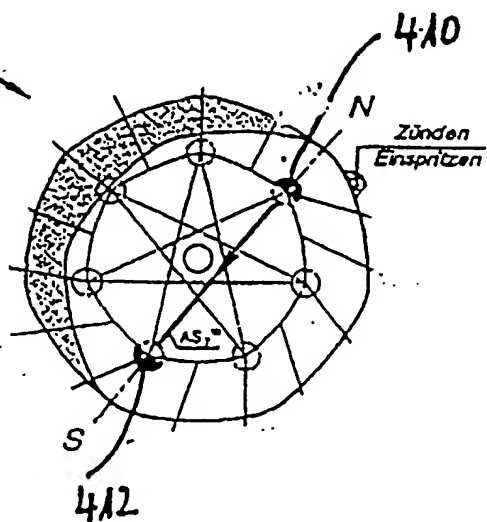


Abb. 27

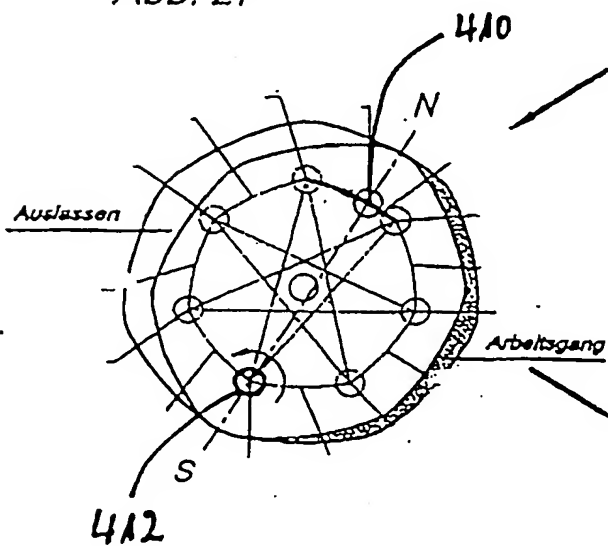


Abb. 28

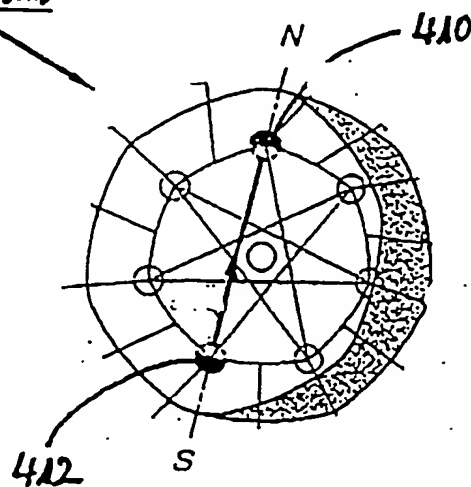
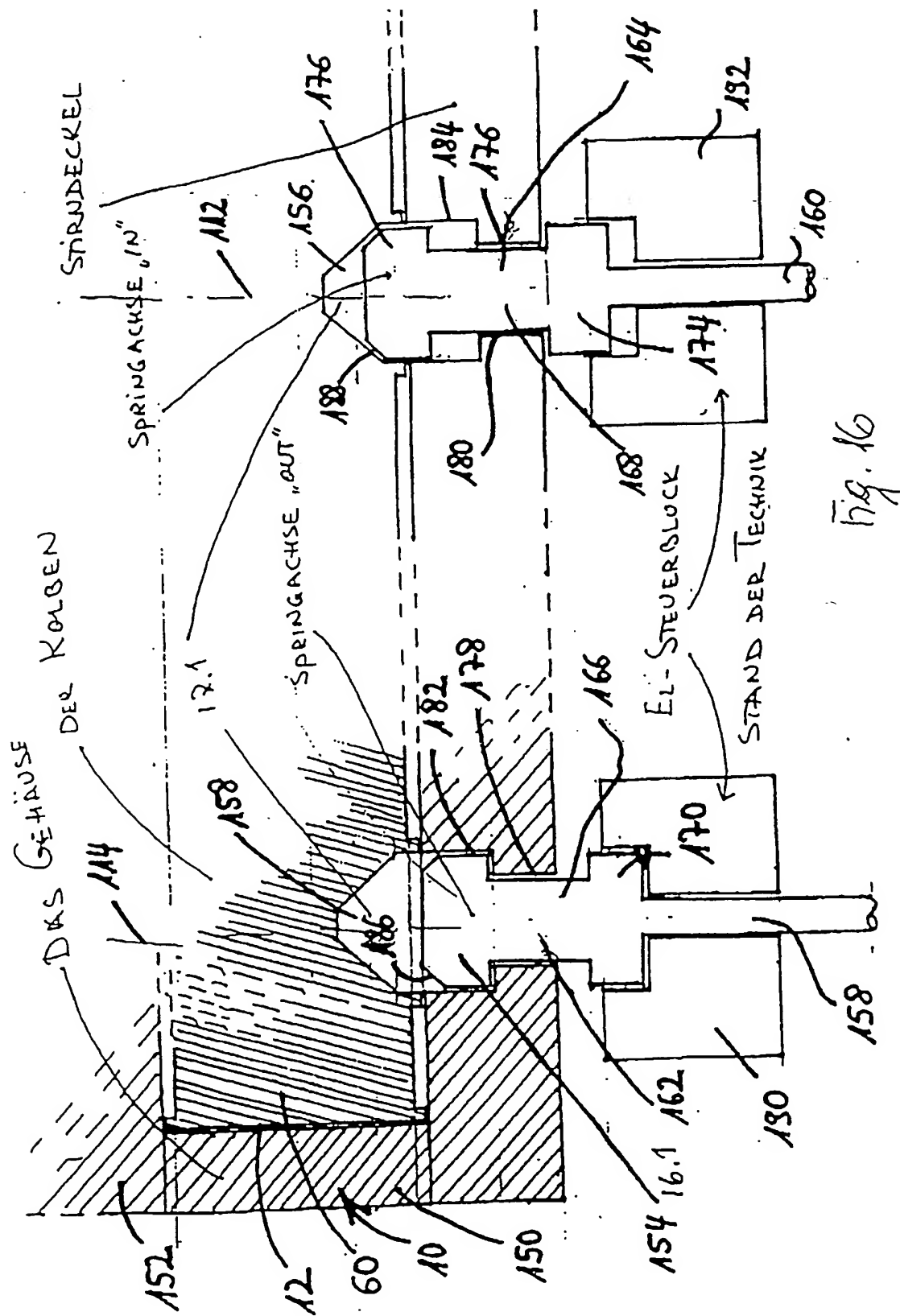


Fig. 15g



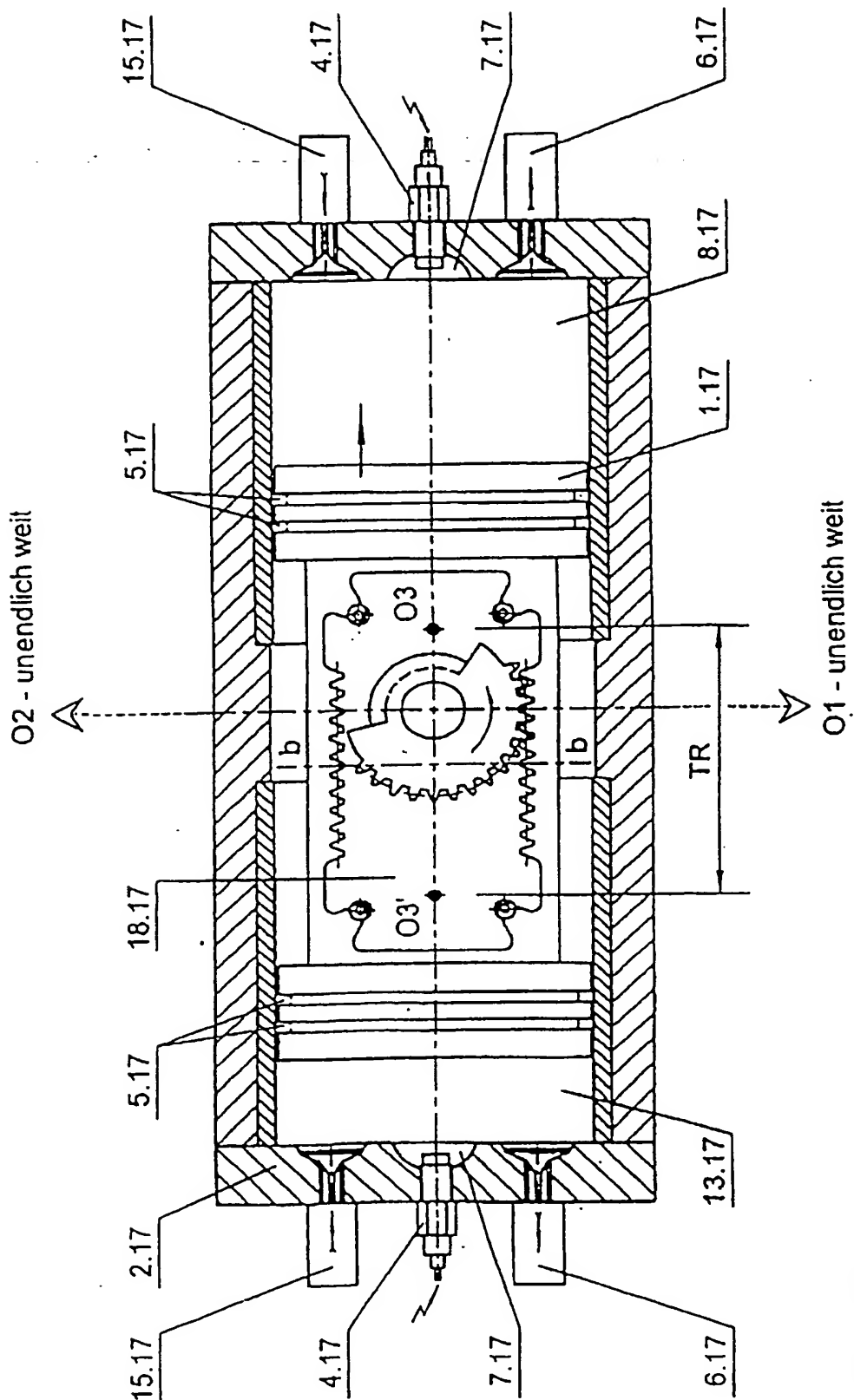


Fig. 17

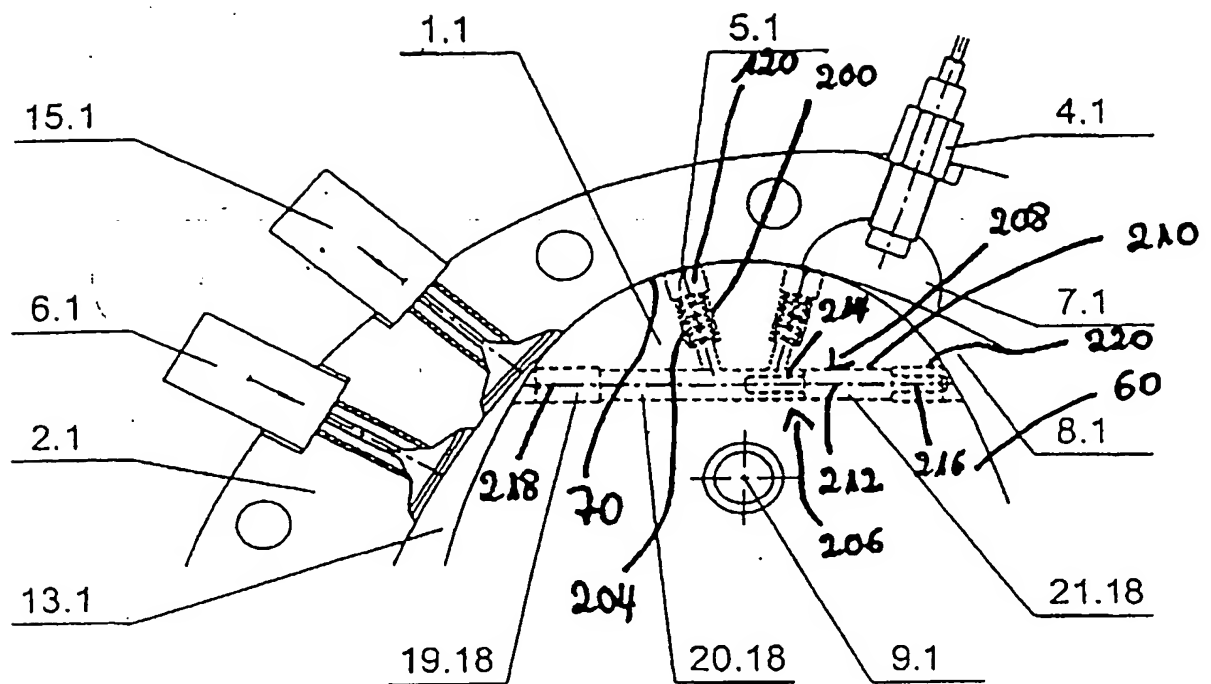


Fig. 18

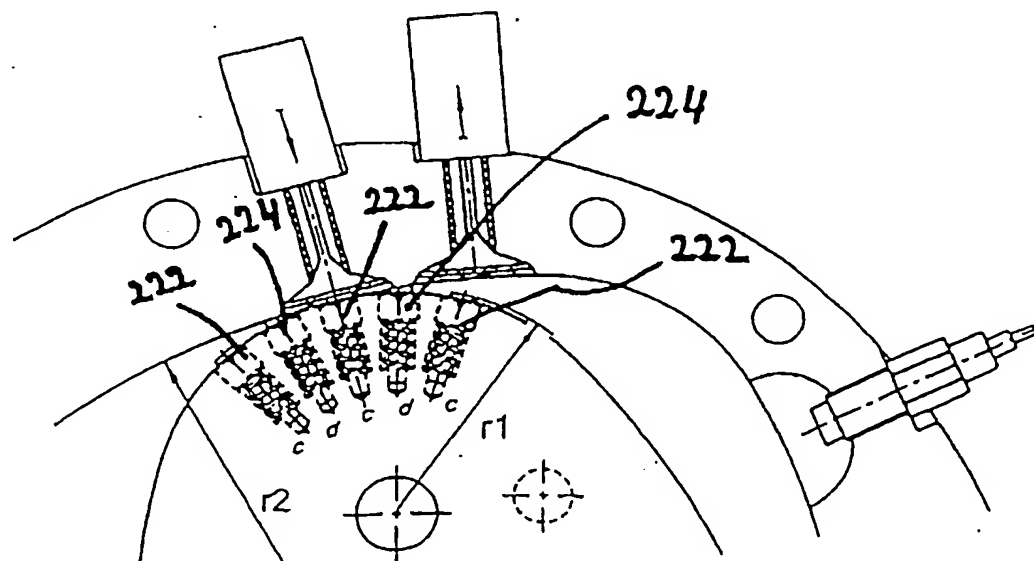


Fig. 19

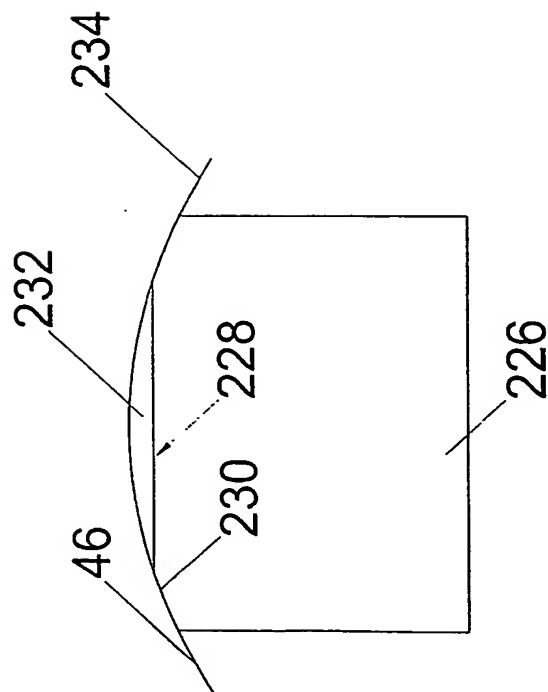


Fig. 19A

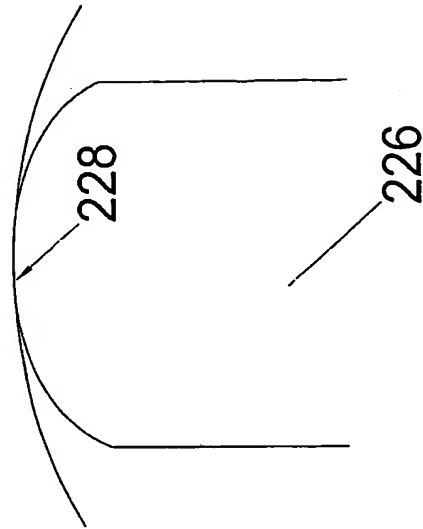


Fig. 19B

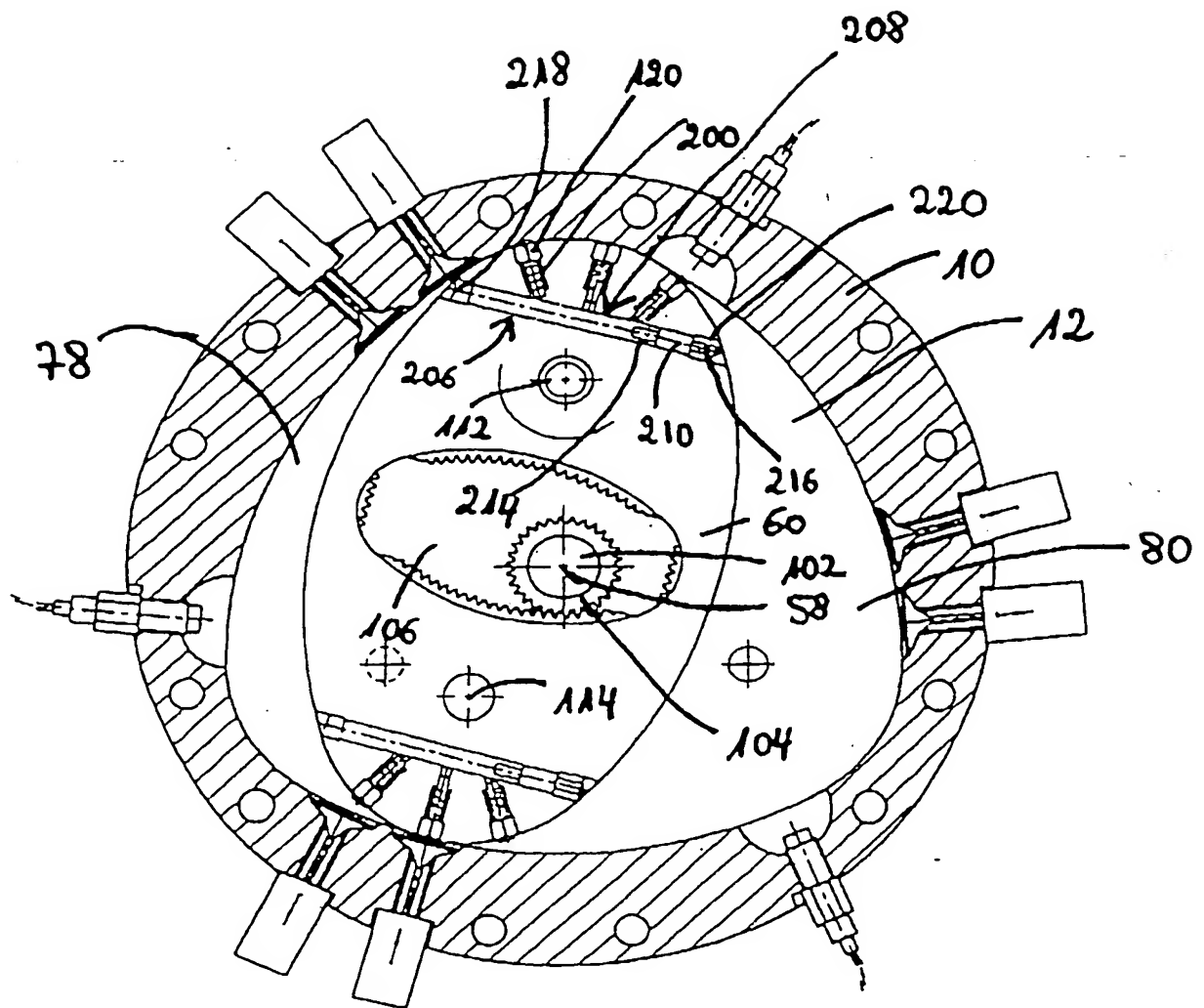


Fig. 20

